

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS
FARMACÊUTICAS

QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS:
ANÁLISE PARASITOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-
QUÍMICA

VITÓRIA, ES

2018

Luiz Gustavo de Paiva Nunes

QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS:
ANÁLISE PARASITOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-
QUÍMICA

Dissertação Apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas
da Universidade Federal do Espírito Santo
como Requisito para Obtenção do Título de
Mestre em Ciências Farmacêuticas

Orientador: Prof. Dr. Marco Antônio Andrade de Souza

Coorientadora: Profa. Dra. Maysa do Vale Oliveira

Universidade Federal do Espírito Santo

Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas

2018

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial do Centro de Ciências da Saúde da Universidade Federal do
Espírito Santo, ES, Brasil)

Bibliotecário: Rafael Lima de Carvalho – CRB-6 MG-002926/O

Nunes, Luiz Gustavo de Paiva, 1989 -
N972q Qualidade da água no município de São Mateus: análise
parasitológica, microbiológica e físico-química / Luiz Gustavo de Paiva
Nunes - 2018.
70 f. : il.

Orientador: Marco Antônio Andrade de Souza.

Coorientador: Maysa do Vale Oliveira.

Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade
Federal do Espírito Santo, Centro de Ciências da Saúde.

1. Água. 2. *Escherichia coli*. 3. Cloro. I. Souza, Marco Antônio Andrade
de. II. Oliveira, Maysa do Vale. III. Universidade Federal do Espírito Santo.
Centro de Ciências da Saúde. IV. Título.

CDU: 61

Luiz Gustavo de Paiva Nunes

**QUALIDADE DA ÁGUA NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS:
ANÁLISE PARASITOLÓGICA, MICROBIOLÓGICA E FÍSICO-
QUÍMICA**

Trabalho de Dissertação de Mestrado aprovado em 26/02/2018 para obtenção
do título de Mestre em Ciências Farmacêuticas, área de concentração Ciências
Farmacêuticas, da Universidade Federal do Espírito Santo

BANCA EXAMINADORA:



Prof.^a. Dr.^a. Débora Barreto Teresa Gradella / UFES



Prof. Dr. Guilherme Bicalho Nogueira / Faculdade Vale do Cricaré



Prof. Dr. Marco Antônio Andrade de Souza (orientador) / UFES

Vitória/ES

2018

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, gostaria de agradecer a Deus por essa conquista, pois sem ele nada disso seria possível.

Agradeço aos meus pais, José Nunes e Eliane, por todo apoio e confiança, principalmente minha mãe que sempre me incentivou a seguir esse caminho e sempre confiou que eu teria sucesso.

À minha namorada Lohanna que sempre me incentivou e ajudou durante essa etapa.

Agradeço também a minha irmã Isabela, meu cunhado Cristiano e meus sobrinhos, Lucas e Ana Clara.

Agradeço aos motoristas da UFES que me ajudaram nas coletas das amostras do meu trabalho e sempre se mostraram bastante dispostos a contribuir.

Agradeço a minha turma de mestrado, pois de certa forma todos acabaram contribuindo para minha formação através de dicas, troca de informações. Enfim, muito obrigado!

Agradeço a todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas pela contribuição de cada um para esse projeto e para minha formação acadêmica de uma forma geral.

Agradeço também ao Arilson Mendes do SAAE pela sua contribuição.

Gostaria de agradecer ao Guilherme e a Pollyanna do laboratório VIGIAGUA, pois prestaram grande contribuição, sem vocês a realização desse trabalho seria bem mais complicada.

Agradeço a professora Paola, ao professor Marcelo e ao Leonardo Ingenito por ceder equipamentos que possibilitaram a realização de análises importantes para o esse trabalho.

À Anelise Andrade pela grande ajuda com as análises estatísticas. Com certeza essa contribuição enriqueceu muito o trabalho. Muito obrigado!

À FAPES pelo apoio com a bolsa de mestrado e ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da UFES por possibilitar a realização desse trabalho.

Também gostaria de agradecer a minha co-orientadora professora Maysa por toda a colaboração na minha dissertação e toda a ajuda durante esse processo.

E por fim, gostaria de agradecer imensamente ao meu orientador, professor Marco Antônio, que mesmo sem me conhecer aceitou ser meu orientador no mestrado. Agradeço pela paciência, ensinamentos, conselhos e por toda a contribuição para minha evolução na vida acadêmica. Muito obrigado!

RESUMO

A água é um recurso essencial para vida humana, uma vez que 75% do corpo humano é constituído por esse elemento. Considerando que a preservação da qualidade desse recurso é fundamental para saúde da população, o presente estudo buscou avaliar o conhecimento da população acerca da manutenção dos reservatórios domiciliares de água (caixas d'água), além de verificar a qualidade da água consumida pela população, principalmente os efeitos dos reservatórios domiciliares nas características físico-químicas, parasitológicas e microbiológicas da água, no município de São Mateus, norte do Espírito Santo. A coleta dos dados socioeconômicos ocorreu através de uma entrevista com os moradores. Para análise microbiológica foi utilizada a técnica do substrato definido, que possibilita a detecção e identificação simultânea de coliformes totais e *E. coli*. Para a investigação de parasitos utilizou-se um método de sedimentação por centrifugação (método de Blagg) e outro de flutuação (Sheather modificado). Os resultados obtidos foram avaliados através de ferramentas da estatística descritiva e inferencial, utilizando-se para tanto, testes de qui-quadrado de Pearson e análise de regressão de Poisson. Observou-se que todos os entrevistados tinham conhecimento da necessidade de se realizar a limpeza da caixa d'água, porém, em 14,29% (n=10) dos domicílios a limpeza não era realizada. Com relação ao período de limpeza da caixa d'água, 61,43% (n=43) dos moradores afirmaram que seis meses era o período correto para sua realização, com 55,71% (n=39) dos moradores efetivamente realizando a limpeza nesse período de tempo. A análise parasitológica indicou, apenas, um ovo de ancilostomídeo em uma amostra proveniente da rede de abastecimento. Os resultados da análise microbiológica da água mostram que as amostras provenientes dos reservatórios domésticos estavam mais contaminadas que as da rede pública de abastecimento, com diferença significativa ($p=0,008$) entre os grupos, para contaminação por coliformes totais. Considerando o teor de cloro residual livre, das 166 amostras analisadas, 94,58% (n=157) apresentaram teores abaixo do recomendado para desinfecção da água, sendo que em nenhuma amostra proveniente do reservatório domiciliar o teor mínimo foi atingido. O alto grau de contaminação microbiológica dos dois grupos pode estar diretamente associado aos reduzidos teores de cloro residual livre das amostras, sobretudo daquelas provenientes dos reservatórios domésticos. O uso do reservatório domiciliar exerceu efeito negativo sobre a qualidade da água, tanto em relação aos teores de cloro residual livre quanto à contaminação por coliformes totais, podendo trazer prejuízos para saúde da população.

Palavras-chave: Água; reservatório domiciliar; coliformes totais; *E. coli*; cloro.

ABSTRACT

Water is an essential resource for human life, since 75% of the human body is made up of this element. Considering that the preservation of the quality of this resource is fundamental for the health of the population, the present study sought to evaluate the knowledge of the population about the maintenance of the domestic water reservoirs, besides verifying the quality of the water consumed by the population, mainly the effects of the reservoirs in the physico-chemical, parasitological and microbiological characteristics of water, in the city of São Mateus, northern region of Espírito Santo. The collection of socioeconomic data was done through an interview with the residents. For the microbiological analysis, the substrate technique was used, which allows simultaneous detection and identification of total coliforms and *E. coli*. A sedimentation method by centrifugation (Blagg method) and a flotation method (Sheather modified) was used for the investigation of parasites. The results were evaluated using descriptive and inferential statistical tools, using Pearson's chi-square test and Poisson's regression analysis. The results showed that all the interviewees were aware of the need to clean the water tank, but in 14.29% (n=10) of the households the cleaning was not performed. Regarding the period of cleaning of the water tank, 61.43% (n=43) of the residents stated that six months was the correct period for their realization, with 55.71% (n=39) of the residents effectively performing the cleaning in that period of time. Through the parasitological analysis of the water, only one hookworm egg was found in a sample from the supply network. The results of the microbiological analysis of the water show that the samples from the domestic reservoirs were more contaminated than those of the public supply network, with a significant difference ($p=0.008$) between the groups, for contamination by total coliforms. Considering the free residual chlorine content, of the 166 analyzed samples, 94.58% (n=157) had levels below the recommended for disinfection of the water, and in no sample from the domestic reservoir the minimum content was reached. The high degree of microbiological contamination of the two groups may be directly associated to the reduced residual chlorine content of the samples, especially those from the domestic reservoirs. The use of the domestic reservoir had a negative effect on the quality of the water, both in relation to free residual chlorine contents and contamination by total coliforms, which could cause harm to the health of the population.

Keywords: Water; domestic reservoirs; total coliforms; *E. coli*; chlorine.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	13
2 OBJETIVOS.....	19
2.1 Objetivo Geral.....	19
2.2 Objetivos Específicos	19
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	20
3.1 Delineamento do estudo.....	20
3.2 Local do estudo	20
3.3 Definição da amostra e pontos de coleta.....	20
3.4 Coleta das amostras	23
3.5 Comitê de ética em pesquisa e TCLE.....	25
3.6 Análise microbiológica	25
3.7 Análise parasitológica.....	28
3.7.1 Técnica de sedimentação por centrifugação (método de Blagg)	28
3.7.2 Técnica de flutuação (Sheather modificado)	29
3.8 Análise físico-química	30
3.9 Entrevista socioeconômica e conhecimento dos moradores a respeito da limpeza e manutenção dos reservatórios domiciliares	31
3.10 Análise estatística	31
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Entrevista socioeconômica e conhecimento dos moradores a respeito da limpeza e manutenção dos reservatórios domiciliares	32
4.2 Análise microbiológica	40
4.3 Análise parasitológica.....	44
4.4 Análise físico-química	45
5 CONCLUSÃO.....	53
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54
7. APÊNDICES	63
7.1 Apêndice A	63
7.2 Apêndice B	68
8 ANEXOS	70
8.1 Anexo A.....	70

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do município de São Mateus - ES.	20
Figura 2. Pontos de coleta de amostras de água na sede do município de São Mateus – ES, 2017.	22
Figura 3. Pontos de coleta de amostras de água no balneário de Guriri, São Mateus - ES, 2017.	23
Figura 4. Coleta das amostras de água no município de São Mateus - ES, 2017.	24
Figura 5. Incubação das amostras de água para análise microbiológica (A); Resultado positivo para coliformes totais (B) e <i>Escherichia coli</i> (C).	26
Figura 6. Preparo das amostras de água para análise microbiológica.	27
Figura 7. Procedimento de sedimentação utilizando centrifugação.	29
Figura 8. Procedimento de Sheather modificado (flutuação em açúcar).	30
Figura 9. Material utilizado na confecção dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus-ES, Brasil, 2017.	34
Figura 10. Conhecimento da população acerca do período correto para realizar a limpeza do reservatório domiciliar no município de São Mateus-ES, Brasil, 2017.	36
Figura 11. Frequência dos períodos de limpeza dos reservatórios domiciliares por parte dos moradores, no município de São Mateus-ES, Brasil, 2017.	37
Figura 12. Materiais e produtos utilizados para limpeza do reservatório domiciliar, no município de São Mateus-ES, Brasil, 2017.	38
Figura 13. Opinião dos moradores a respeito da qualidade da água proveniente da rede de abastecimento e do reservatório domiciliar, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.	39

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Tabela do Número Mais Provável (NMP) de microrganismos em 100 mL de amostra, de acordo com o Kit Aquatest®.....	28
Tabela 2. Faixa de renda das famílias entrevistadas no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	32
Tabela 3. Grau de escolaridade dos entrevistados no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	33
Tabela 4. Resultado da análise microbiológica de amostras provenientes da rede de abastecimento de água e dos reservatórios domiciliares, coletadas no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	40
Tabela 5. Contaminação microbiológica das amostras de água, por período, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	41
Tabela 6. Resultado da análise microbiológica das amostras de água coletadas diretamente da rede de abastecimento do município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	42
Tabela 7. Resultado da análise microbiológica das amostras de água coletadas dos reservatórios domiciliares do município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	42
Tabela 8. Estatística descritiva dos valores de pH do total de amostras (Rede + Caixa), amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	46
Tabela 9. Estatística descritiva dos teores de cloro residual livre do total de amostras (Rede + Caixa), amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	47
Tabela 10. Frequências absoluta e relativa de acordo com o padrão de potabilidade do teor de cloro livre das amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	48
Tabela 11. Análise estatística univariada e multivariada para adequação dos teores de cloro livre entre as amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	48
Tabela 12. Relação entre os teores de cloro livre e contaminação por coliformes totais no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	49
Tabela 13. Estatística descritiva para os valores de turbidez do total de amostras (Rede + Caixa), amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....	51

Tabela 14. Análise estatística univariada e multivariada para adequação dos valores de turbidez entre as amostras de água da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus – ES, Brasil, 2017.....51

Tabela 15. Frequências absoluta e relativa de acordo com o padrão de potabilidade de turbidez das amostras de água da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.....52

1 INTRODUÇÃO

A água é um bem indispensável e fundamental para todas as formas de vida, pois tem ação direta e indireta em todos os processos metabólicos, haja vista que 75% do corpo humano é constituído por esse elemento (ESTEVES, 1998; WHO, 2010).

Além de ser essencial para a existência dos organismos vivos, participando de diversas reações, a água foi fundamental no desenvolvimento da civilização humana, já que foi perto de rios que muitas comunidades surgiram, fato que garantia o acesso a esse recurso para a produção de alimentos, abastecimento da população, indústria e geração de energia elétrica (GLEICK, 2001).

Apesar do acesso a esse recurso ser considerado um direito universal dos cidadãos (VALENTINI, 2004), um dos grandes problemas do século XXI é o abastecimento da população, já que apenas 2,5% da água no mundo é doce e parte dela encontra-se inacessível, uma vez que está em geleiras ou aquíferos profundos. Deste total, somente 0,007% está de fato disponível para consumo, estando presente em rios, lagos e atmosfera. Além disso, parte dessa água possui algum tipo de contaminação (VENDRAMEL; KÖHLER, 2002).

No mundo, boa parte da população não tem acesso à água tratada e encanada, sendo que os próprios usuários são responsáveis por sua captação e armazenamento, coletando de qualquer fonte disponível, muitas vezes sem tratamento ou qualquer tipo de proteção contra contaminação. Vale ressaltar que até mesmo áreas urbanas e rurais, que contam com rede de abastecimento, não estão livres desse tipo de contaminação, devido às deficiências no processo de tratamento, vulnerabilidade do sistema de distribuição ou devido a uma fonte de baixa qualidade (SOBSEY et al., 2003).

Com relação ao consumo, no Brasil, o setor produtivo é o que consome a maior parte dos recursos hídricos, no qual se destaca o uso na irrigação, responsável por cerca de 46% do consumo total. Nas regiões de maior concentração urbana e industrial, sul e sudeste, as deficiências na qualidade da água são a principal preocupação (ANA, 2007a).

Além da quantidade relativamente pequena de água doce disponível, o crescimento da população mundial tem gerado aumentos significativos na demanda, o que em breve levará a um panorama de escassez global, principalmente em áreas de

crescimento urbano, onde a situação se agravará rapidamente (UN-WATER, 2006). Estimativas da UNESCO (2009) mostram que até 2030, 67% da população mundial residirão em locais com graves problemas de abastecimento.

O fato de a água ser um recurso escasso faz com que sua qualidade gere uma preocupação cada vez maior, já que é utilizada para diversos fins e a baixa qualidade desse recurso pode desencadear surtos de doenças (WHO, 2013). Assim sendo, fatores como acesso à água potável e rede de esgoto têm que ser levados em consideração quando se fala em qualidade de água.

No Brasil, 78,6% dos domicílios urbanos têm acesso a água tratada, porém, na região norte do país esse número cai para 45,3%. Já com relação à abrangência da rede de esgoto, 58,9% das residências brasileiras contam com sistema de coleta, sendo que esse número cai para 11,5% na região norte (IBGE, 2010). Assim, o acesso à água potável pode reduzir consideravelmente o risco de doenças de veiculação hídrica, mesmo na ausência de um adequado sistema sanitário. De acordo com a portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde, a água é considerada potável, do ponto de vista microbiológico, quando da ausência de coliformes termotolerantes em 100 mL de amostra (BRASIL, 2011).

Acreditava-se, de forma incorreta, que um sistema de saneamento adequado, por si só, era suficiente para diminuir o risco de doenças e pouca atenção era dada para a qualidade da água consumida. Por outro lado, ficou comprovado que melhorar a qualidade dos recursos hídricos, de forma isolada, também traz grandes benefícios para a saúde da população que a consome e melhorias em ambos tem grande poder em diminuir o risco de transmissão de doenças veiculadas pela água (SOBSEY et al., 2003).

O acesso à água potável representa um direito humano e é condição básica para a promoção da saúde, podendo influenciar de forma positiva na qualidade de vida das populações dos países em desenvolvimento (KORFALI; JURDI, 2009; WHO, 2011a).

As fontes de água, como rios, lagos e lagoas, são contaminadas principalmente pelo despejo de material tóxico proveniente de atividades agrícolas e industriais, as quais consomem cerca de 90% dos recursos hídricos (DEFENSORIA DAS ÁGUAS, 2004). Não menos importante, outro tipo de contaminação é a que ocorre com a água já

tratada, principalmente nos reservatórios particulares (caixas d'água) (GERMANO; GERMANO, 2003).

No Brasil do século XIX o crescimento exponencial da população das cidades levou a necessidade de se melhorar e expandir a rede de abastecimento de água, até então realizada através de fontes, chafarizes e aguadeiros. Por conta dessa melhoria na rede, surgiu a necessidade de se utilizar caixas d'água para o armazenamento nas residências (OLIVEIRA, 2004; ANA, 2007b).

O uso desses reservatórios domiciliares é determinante na qualidade final da água consumida pela população, uma vez que até mesmo quando tratada e encanada, pode ser contaminada, dependendo das condições de armazenamento, o que poderia gerar problemas de saúde coletiva, já que não se conhece a fundo sua qualidade (D'ÁGUILA et al., 2000; SOBSEY et al., 2003).

Estudo realizado no estado do Rio de Janeiro evidenciou que a água pode ser contaminada no próprio reservatório domiciliar, devido à falta de manutenção, pelo difícil acesso ou pela falta de cuidados no manuseio e higiene das caixas d'água (FREITAS et al., 2001). Por conta disso, impurezas de diversas fontes, como da própria rede de distribuição, podem sofrer sedimentação, causando alterações de pH, cor e turbidez. Essas alterações provocadas pela matéria orgânica depositada no fundo dos reservatórios diminuem o teor de oxigênio e cloro residual e criam condições para o crescimento de bactérias, diminuindo, assim, a qualidade da água (JULIÃO, 2011). O crescimento bacteriano pode levar a formação do biofilme, comunidade de microrganismos que estão ligados entre si em uma matriz extracelular nas paredes do reservatório (BREMER et al., 2001; STOODLEY et al., 2002). Os microrganismos presentes nessa estrutura são mais resistentes aos agentes químicos geralmente utilizados nos processos de higienização, sendo que ações mecânicas parecem ser mais eficientes em sua eliminação. Portanto, resíduos aderidos às caixas d'água possibilitam a formação do biofilme e, conseqüentemente, a formação de uma fonte de contaminação (MACEDO, 2000).

Uma das formas de se avaliar a qualidade microbiológica da água é pesquisar a presença de bactérias pertencentes à família Enterobacteriaceae, tendo como principal representante as bactérias do grupo coliformes (PELCZAR, 1996; SILVA et al., 2001).

O grupo dos coliformes totais é constituído por bacilos gram-negativos, aeróbios ou anaeróbios facultativos, não formadores de esporos e oxidase negativos. Esses microrganismos se desenvolvem numa temperatura de $35,0 \pm 0,5^{\circ}\text{C}$ em 24-48 horas, podendo apresentar atividade beta-galactosidase. As bactérias dos gêneros *Escherichia*, *Citrobacter*, *Klebsiella* e *Enterobacter* são os principais representantes desse grupo (BARBOSA et al., 2009).

Dentro do grupo de coliformes totais destaca-se a *Escherichia coli*, que tem origem exclusivamente fecal (SOUZA; PERRONE, 2000). Por ser um indicador desse tipo de contaminação, a água para consumo humano deve estar livre de sua presença (BRASIL, 2011).

E. coli trata-se de um microrganismo oxidase negativo, não hidrolisa a ureia e produz indol a partir do triptofano, sendo, ainda, capaz de fermentar lactose e manitol, formando ácido e gás a $44,5 \pm 0,2^{\circ}\text{C}$ em 24 horas. Esse microrganismo apresenta atividade beta-galactosidase e beta-glicuronidase, o que possibilita sua identificação através da clivagem de substratos cromogênicos e fluorescentes (BEUX et al., 2010; BRASIL, 2011).

Apesar da maior parte ser inofensiva, existem algumas linhagens de *E. coli* que são patogênicas. Elas causam a gastroenterite por *E. coli*, sendo a patogenicidade conferida pela presença de fímbrias especializadas que permitem que elas se fixem ao epitélio intestinal, e pela produção de toxinas. Dentre as que produzem toxinas está a *E. coli* enterotoxigênica, não-invasiva, produtora de uma enterotoxina que causa a diarreia dos viajantes, caracterizada pela produção de fezes aquosas. Outro integrante patogênico é a *E. coli* enteroagregativa que, como o próprio nome sugere, se agrega uma às outras em uma configuração de “tijolos empilhados” no sistema gastrointestinal. Já a *E. coli* enteroinvasiva invade a mucosa intestinal, podendo causar disenteria, febre e inflamação. *E. coli* patogênica mais perigosa é a enterohemorrágica, que além de se aderir à mucosa intestinal, produz a toxina Shiga, que causa inflamação do colo (colite hemorrágica), com eliminação de sangue nas fezes (TORTORA, 2012).

Além das bactérias, parasitos também podem ser fontes de contaminação e causar doenças. Os enteroparasitos podem gerar diversas alterações que provocam redução ou deficiência na absorção de nutrientes, causam sangramento, reduzem a ingestão alimentar, obstruem o intestino e levam à formação de abscessos (SANTOS,

2007). O principal sintoma gastrointestinal causado pela ingestão desses patógenos é a diarreia, gerando um grave problema de saúde pública, principalmente nos países em desenvolvimento, onde ocorrem milhões de mortes, em sua maioria crianças com menos de cinco anos (UNICEF, 2008; WHO, 2011b).

Dentre os principais parasitos de importância médica estão os helmintos das classes Nematoda, Cestoda e Trematoda. Na água contaminada destacam-se *Entamoeba histolytica*/ *E. dispar*, *Ancylostoma* sp., *Ascaris* sp., *Hymenolepis* sp., *Giardia intestinalis*, *Cryptosporidium hominis*, parasitos de grande importância sanitária, pois causam infecções e doenças em humanos e animais, além de possuírem diversas estruturas em seu ciclo vital (cistos, oocistos e ovos), que os tornam bastante resistentes aos processos comumente utilizados na desinfecção da água (FRANCO, 2007).

A contaminação biológica da água pode levar ao surgimento de doenças caracterizadas por náuseas, vômito, diarreia, cólicas e desconforto abdominal, causadas principalmente por microrganismos patogênicos entéricos (bactérias, vírus e parasitos) excretados nas fezes e que contaminam a água consumida pela população (AMARAL et al., 2003). Essas doenças levam à morte de milhões, sobretudo crianças (ISAAC-MARQUEZ et al., 1994; CDC, 2008; WHO, 2013).

Além dos indicadores biológicos de contaminação, existem parâmetros físico-químicos que são complementares para determinação da qualidade da água, dentre eles a turbidez, pH e o teor de cloro residual livre.

A turbidez é um parâmetro que mede a diminuição da intensidade de um feixe de luz que atravessa uma amostra. Essa redução acontece devido à presença de partículas suspensas de origem inorgânica, orgânica ou uma combinação das duas e tem papel importante na qualidade biológica da água. Diversos fatores contribuem para elevação da turbidez, como por exemplo, a erosão das margens dos rios causada pelo mau uso do solo e o despejo de rejeitos domésticos e industriais. A elevada turbidez da água tem diversos impactos na vida da população, uma vez que afeta o seu uso doméstico, industrial e recreacional (CETESB, 2011).

De acordo com o Ministério da Saúde, portaria 2914 de 2011, o limite máximo de turbidez em amostras de água para consumo humano é de 5,0 UT (unidade de

turbidez) em qualquer ponto da rede de distribuição, sendo ideal que esse valor seja o mais baixo possível (BRASIL, 2011).

O pH (potencial hidrogeniônico), medido através da atividade de íons H^+ , é importante no controle de qualidade da água. Valores fora da faixa recomendada (entre 6,0 e 9,5) podem diminuir a eficiência da cloração, processo utilizado na desinfecção da água. Além disso, pode alterar a solubilidade e distribuição de diversas substâncias químicas e, inclusive, causar corrosão no sistema de distribuição. Assim, a determinação do pH se torna imprescindível para a qualidade da água para consumo humano (LIBÂNIO, 2008; CETESB, 2011; BRASIL, 2011).

Já o teor de cloro residual livre tem grande impacto na qualidade microbiológica da água, pois o cloro é o principal agente químico utilizado no processo de desinfecção, sendo muito efetivo na eliminação de microrganismos (principalmente bactérias), através de mecanismos de oxidação e rompimento da parede celular. Segundo o Ministério da Saúde, o teor de cloro residual livre deve ser de no mínimo 0,2 mg/L em qualquer ponto do sistema de distribuição, sendo que esse valor não pode ultrapassar 2 mg/L. A desinfecção promovida pelo cloro residual livre presente na água, após o processo de cloração, confere proteção parcial contra contaminações de baixo nível e impede o crescimento de microrganismos dentro do sistema de distribuição. Assim sendo, esse processo tem como finalidade eliminar microrganismos patogênicos e impedir a propagação de doenças de veiculação hídrica, com consequente melhora na qualidade de vida da população que a consome. Outros agentes químicos podem ser utilizados para esse propósito, desde que sua eficiência na inativação de microrganismos seja comprovadamente equivalente à obtida com a cloração (BRASIL, 2011; WHO, 2011a).

Desse modo, a qualidade de vida de uma população, no que se refere à saúde pública, está intimamente ligada à qualidade da água consumida (OKURA; SIQUEIRA, 2005), pois de acordo com a OMS microrganismos patogênicos transmitidos pela água são responsáveis por cerca de 80% das doenças que ocorrem em países em desenvolvimento (COELHO et al., 2007).

Neste sentido, propõe-se a realização do presente estudo no município de São Mateus, norte do Espírito Santo, região em franco desenvolvimento e ainda carente de ações no que se refere à qualidade da água consumida pela população.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

- Analisar a qualidade da água consumida pela população do município de São Mateus - ES.

2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o conhecimento da população acerca dos processos de higienização e desinfecção das caixas d'água.
- Verificar a ocorrência de bactérias do grupo coliformes totais e *E. coli* na água da rede pública de abastecimento e das caixas d'água do município de São Mateus – ES;
- Verificar a ocorrência de parasitos e suas estruturas (ovos, cistos e larvas) na água da rede pública de abastecimento e das caixas d'água do Município de São Mateus – ES;
- Avaliar parâmetros físico-químicos (pH, cloro residual livre e turbidez) da água da rede pública de abastecimento e das caixas d'água do município de São Mateus – ES;
- Comparar, em cada residência, a qualidade da água armazenada na caixa d'água com a que chega diretamente da rede pública de abastecimento.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Delineamento do estudo

Foi realizado um estudo descritivo-observacional, de corte transversal.

3.2 Local do estudo

O presente estudo foi realizado no município de São Mateus, localizado no norte do estado do Espírito Santo (Figura 1). Segundo dados do IBGE, o município possui área territorial de 2.338,728 km² com população estimada de 124.575 em 2015.

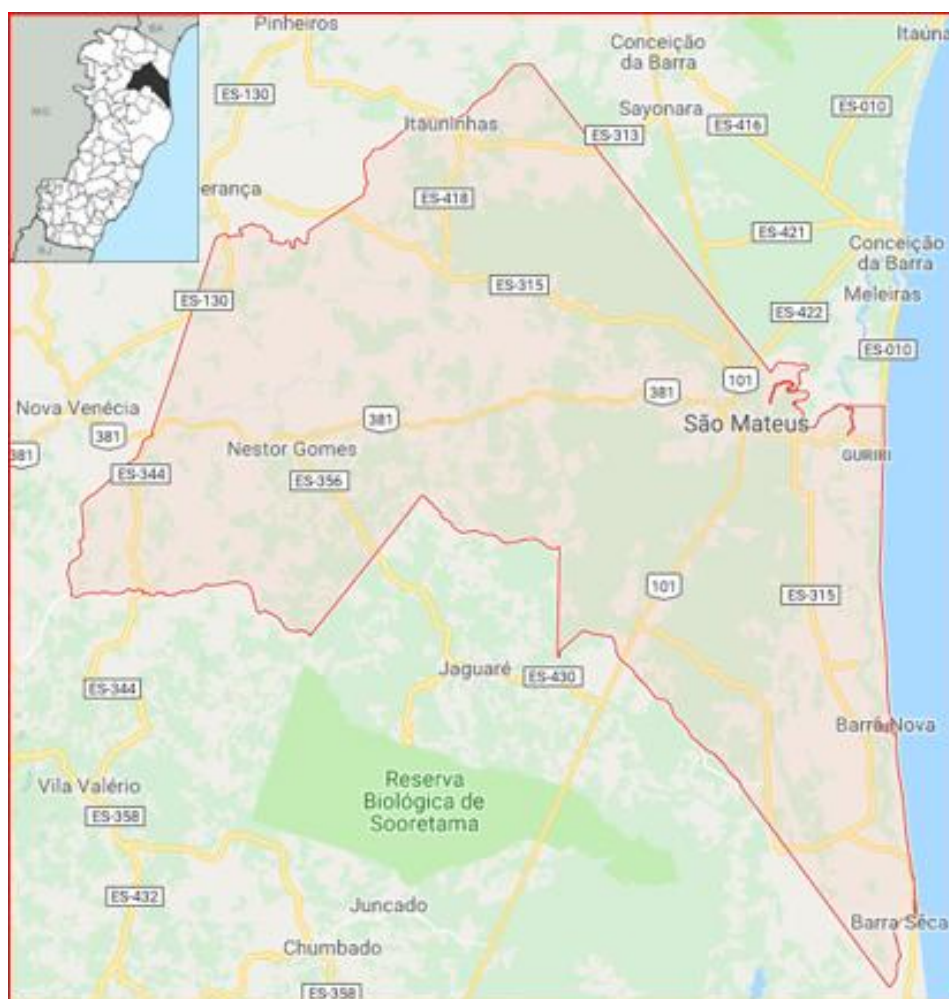


Figura 1. Localização do município de São Mateus no estado do Espírito Santo. Fonte: Google Maps, modificado por Nunes, 2017.

3.3 Definição da amostra e pontos de coleta

O número de amostras coletadas no estudo foi definido seguindo a normatização da Diretriz Nacional de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para

Consumo Humano do Ministério da Saúde (BRASIL, 2016), que versa sobre o número mínimo de amostras mensais a serem analisadas para os parâmetros cloro residual livre, turbidez, coliformes totais/*E. coli* de acordo com a faixa populacional do município. A diretriz determina que para municípios com população entre 50,001 e 200,000 habitantes, o número mínimo de amostras mensais coletadas deve ser de 10+1 para cada 10.000 habitantes.

Seguindo o cálculo de amostragem normatizado pela diretriz, que leva em consideração o tamanho da população do município de São Mateus, encontrou-se um mínimo de 22 amostras ($10+12=22$) mensais. Os pontos de coleta das amostras foram definidos levando-se em consideração o início da rede de abastecimento da sede do município (Figura 2) e do balneário de Guriri (Figura 3).

Utilizando-se o mapa da cidade, foram traçadas diversas retas a partir do ponto inicial da rede de abastecimento até suas diferentes extremidades e os pontos foram igualmente distribuídos ao longo dessas retas. A localização dos pontos foi definida pela divisão do tamanho de cada reta pelo número de pontos em cada uma delas. As informações acerca do ponto inicial da rede de abastecimento da sede do município e do balneário foram obtidas junto ao Serviço Autônomo de Água e Esgoto (SAAE) de São Mateus.

3.4 Coleta das amostras

Antes de cada coleta, a torneira utilizada foi desinfetada com álcool 70% e deixada aberta por cerca de dois minutos, a fim de eliminar a água estagnada na tubulação (ANA, 2011).

As amostras para a análise microbiológica foram coletadas em frascos plásticos com capacidade para 100 mL de amostra (Figura 4), previamente esterilizados em autoclave. Antes da esterilização foram adicionadas 2 gotas de solução a 10% de tiosulfato de sódio no interior de cada frasco, com o intuito de neutralizar a ação do cloro residual livre presente na água (BRASIL, 2013).



Figura 4. Coleta das amostras de água no município de São Mateus - ES, 2017. Fonte: Nunes, 2017. Arquivo pessoal.

Já as amostras para a análise físico-química e parasitológica foram coletadas em garrafas de água mineral com capacidade para 500 mL. Antes de cada coleta, cada garrafa foi abundantemente lavada com a água que seria coletada (SAAE ou caixa d'água), para evitar qualquer tipo de interferência.

Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em uma caixa de isopor e transportadas até o laboratório de Tecnologia de Alimentos do Centro Universitário

Norte do Espírito Santo, da Universidade Federal do Espírito Santo (CEUNES/UFES) para realização das análises.

3.5 Comitê de ética em pesquisa e TCLE

A realização das coletas, o levantamento acerca de aspectos socioeconômicos e conhecimento da população sobre a limpeza e manutenção dos reservatórios só ocorreu após aprovação do projeto pelo comitê de ética do CEUNES/UFES (parecer de número 1.998.738) (anexo A) e autorização dos participantes da pesquisa mediante assinatura de um termo de consentimento livre e esclarecido (TCLE) (apêndice B).

3.6 Análise microbiológica

Para a análise microbiológica foi utilizado o kit Aquateste Coli®, que possibilita a detecção e identificação simultânea de coliformes totais e *E. coli* na água. O kit utiliza a tecnologia do substrato definido, sendo constituído por dois substratos: o-nitrofenil- β -d-galactopiranosídeo (ONPG) e o 4-metil-umbeliferil- β -d-glicuronídeo (MUG). Os coliformes totais utilizam a β -galactosidase para metabolizar o indicador ONPG, produzindo coloração amarela. Já a *E. coli* utiliza a β -glicuronidase para metabolizar o MUG, gerando fluorescência. Poucas bactérias não coliformes possuem essas enzimas, portanto não podem se reproduzir e interferir no teste.

Nessa metodologia, 100 mL da amostra de água foram misturados com o substrato Aquateste Coli® e, após a mistura, a amostra foi distribuída em cinco tubos estéreis de tampa rosqueada, sendo que em cada tubo foram adicionados 20 mL da amostra misturada. Em seguida os tubos foram incubados a $35 \pm 0,5^\circ\text{C}$ por 24 ± 2 horas. Após esse tempo realizou-se a leitura dos resultados, sendo considerada positivo para coliformes totais a presença de coloração amarela. Para essas amostras foi realizada a leitura dos tubos em uma câmara de luz UV (366nm) para a detecção de *E. coli*, considerando-se o resultado positivo quando era observada fluorescência (Figura 5).

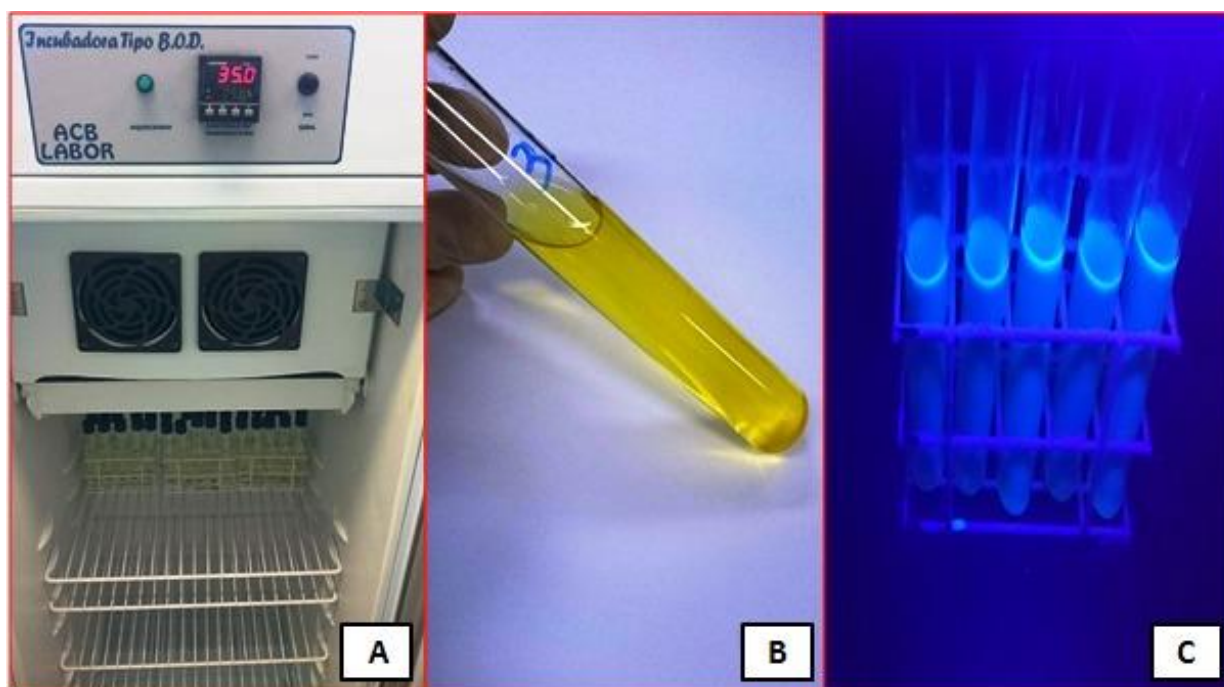


Figura 5. Incubação das amostras de água para análise microbiológica (A); Resultado positivo para coliformes totais (B) e *Escherichia coli* (C). Fonte: Nunes, 2017. Arquivo pessoal.

Todo o procedimento de preparação das amostras para a análise microbiológica foi realizado com auxílio da chama do bico de Bunsen, a fim de manter as condições de assepsia do ensaio e evitar qualquer tipo de contaminação externa (Figura 6).

Para assegurar a confiabilidade da esterilização do material utilizado foi realizado um controle negativo.



Figura 6. Preparo das amostras de água para análise microbiológica. Fonte: Nunes, 2017. Arquivo pessoal.

Os resultados da análise microbiológica foram expressos como Número Mais Provável de microrganismos em cada 100 mL de amostra – NMP/100 mL, baseados no número de tubos que apresentaram coloração amarela e nos quais foi detectada fluorescência. A interpretação dos resultados foi realizada utilizando-se a tabela do número mais provável que acompanha o kit (Tabela 1).

Tabela 1. Tabela do Número Mais Provável (NMP) de microrganismos em 100 mL de amostra, de acordo com o Kit Aquatest[®].

Nº de tubos positivos	NMP/100mL de amostra
0	<1,1
1	1,1
2	2,6
3	4,6
4	8,0
5	>8,0

3.7 Análise parasitológica

Na pesquisa de estruturas de parasitos (ovos, cistos e larvas) foram aplicadas duas técnicas, uma de sedimentação por centrifugação e outra de flutuação.

3.7.1 Técnica de sedimentação por centrifugação (método de Blagg)

Na técnica de sedimentação por centrifugação (método de Blagg), as amostras coletadas foram homogeneizadas e transferidas para tubos de vidro cônicos para serem centrifugadas a 10.000 RPM (rotações por minuto) durante cinco minutos (Figura 7). Após a centrifugação, o sedimentado resultante foi coletado e depositado sobre uma lâmina de vidro com o auxílio de uma pipeta Pasteur. A amostra foi coberta com uma lamínula para proporcionar melhor visualização do material. Em seguida, a lâmina foi analisada em microscópio de luz com aumento de 100 a 400 vezes. Para cada amostra de água três lâminas foram analisadas (BLAGG, 1955).

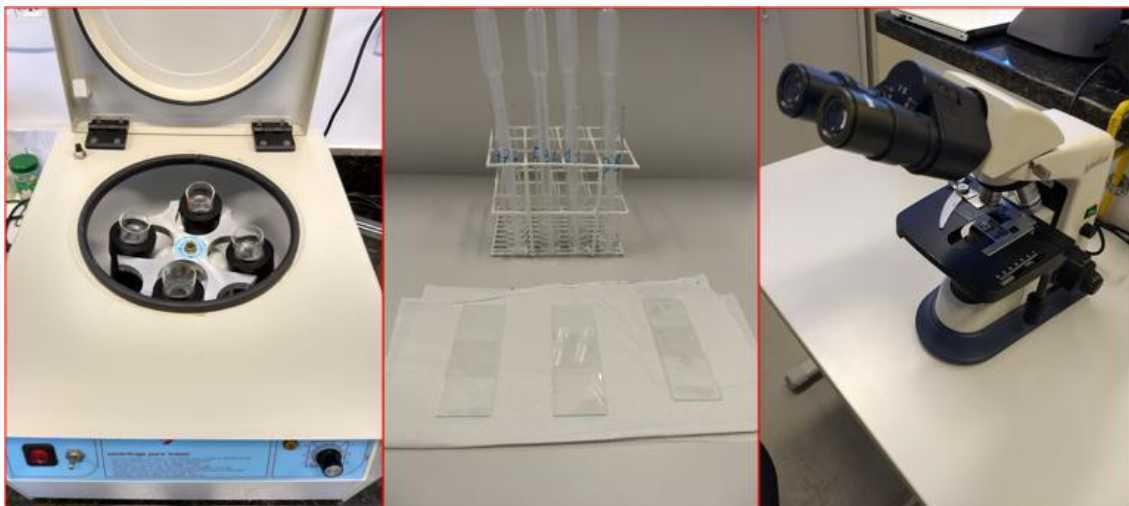


Figura 7. Procedimento de sedimentação utilizando centrifugação. Fonte: Nunes, 2017. Arquivo pessoal.

3.7.2 Técnica de flutuação (Sheather modificado)

Na técnica de flutuação foi aplicado o método de Sheather (flutuação no açúcar) modificado. Nesse método, cada amostra de água foi distribuída em três copos de vidro de 50 mL e em cada um deles foi adicionado açúcar para saturar o meio. Em seguida, as lâminas foram colocadas sobre os copos, em contato direto com a solução saturada, para que as possíveis estruturas presentes em suspensão ficassem ali aderidas (Figura 8). Após 5 minutos, as lâminas foram retiradas, invertidas e sobrepostas com uma lamínula, para melhor visualização do material aderido em sua superfície, quando analisadas em microscópio de luz com aumento de 100 a 400 vezes. Para cada amostra de água três lâminas foram analisadas (SHEATHER, 1923).



Figura 8. Procedimento de Sheather modificado (flutuação em açúcar). Fonte: Nunes, 2017. Arquivo pessoal.

3.8 Análise físico-química

Os valores de pH das amostras foram obtidos utilizando-se pHmetro de bancada modelo mPA 210 da Tecnozon, calibrado semanalmente com soluções tampão pH 4,0 e 7,0. Para leitura dos resultados o eletrodo foi inicialmente lavado com água destilada e então introduzido na amostra para obtenção do valor de pH. Antes da leitura de cada amostra subsequente o eletrodo foi lavado com água destilada, a fim de evitar a contaminação de amostras.

O teor de cloro residual livre presente nas amostras foi determinado com a utilização do fotômetro de cloro livre total HI 96711 da Hanna Instruments®, calibrado mensalmente. Para análise das amostras, 10 mL de água, provenientes da rede pública de abastecimento ou dos reservatórios domiciliares foram adicionados à cubeta de vidro do aparelho leitor, para, inicialmente, zerar a leitura. Em seguida, adicionou-se o reagente em pó HI 93701-0 (Free Chlorine Reagent) agitando-se lentamente durante 20 segundos para que o mesmo fosse dissolvido. Feito isso, a cubeta foi novamente introduzida no aparelho e cronometrou-se um minuto para realização da leitura do teor de cloro livre da amostra, em mg/L. A leitura do aparelho foi zerada a cada amostra analisada.

Já os valores de turbidez foram obtidos utilizando-se o turbidímetro portátil HI 93703 da Hanna Instruments®. Em uma cubeta de vidro do aparelho foram adicionados 10 mL da amostra para a leitura do resultado. Os resultados foram expressos em FTU (Fromazine Turbidity Unit). Entre cada leitura a cubeta foi lavada cerca de três vezes com a amostra a ser lida para evitar qualquer tipo de interferência de amostras anteriores.

3.9 Entrevista socioeconômica e conhecimento dos moradores a respeito da limpeza e manutenção dos reservatórios domiciliares

No momento da coleta da amostra de água, em cada domicílio participante do estudo, foi aplicado um questionário com 35 questões (apêndice A) sobre aspectos socioeconômicos e conhecimento dos moradores quanto à correta manutenção dos reservatórios domiciliares.

3.10 Análise estatística

Os dados obtidos nas análises das amostras de água foram tabulados em planilhas do programa Microsoft Excel 2016® e os referentes aos questionários foram analisados com o auxílio do programa Epi Info 7®. Aplicou-se estatística descritiva para obtenção da média, desvio padrão, porcentagem e amplitude dos dados coletados. Para comparar os dois diferentes tipos de amostras (rede de abastecimento e caixa d'água), utilizou-se o teste univariado (qui-quadrado) e a análise multivariada (regressão de Poisson). Para realização das análises estatísticas foi utilizado o software STATA SE 12.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Realizou-se a pesquisa socioeconômica e sobre os conhecimentos da população quanto à manutenção e limpeza das caixas d'água. No total, foram coletadas 166 amostras de água da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares num período de cinco meses, e as condições microbiológicas, parasitológicas e físico-químicas foram observadas.

4.1 Entrevista socioeconômica e conhecimento dos moradores a respeito da limpeza e manutenção dos reservatórios domiciliares

Das 83 residências visitadas, em apenas 70 os moradores responderam à entrevista sobre aspectos socioeconômicos e conhecimento a respeito da limpeza e manutenção dos reservatórios domiciliares. Dos moradores entrevistados, 42,86% (n=30) eram do sexo masculino e 57,14% (n=40) do sexo feminino, com 78,64% deles apresentando idade superior a 40 anos.

Os dados referentes à renda familiar das casas visitadas mostram que 22,85% (n=16) das famílias têm rendimentos mensais de até um salário mínimo (R\$ 937,00), com a maior parte das famílias (37,14%) (n=26) com rendimentos entre 1 e 3 salários mínimos (Tabela 2).

Tabela 2. Faixa de renda das famílias entrevistadas no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

Faixa de renda familiar	%	(n)
Menos de 1 salário mínimo	5,72	4
1 salário mínimo	17,14	12
De 1 a 3 salários mínimos	37,14	26
De 3 a 5 salários mínimos	25,71	18
De 5 a 10 salários mínimos	7,14	5
Acima de 10 salários mínimos	2,86	2
Não sabe	4,29	3

Com relação à formação educacional dos entrevistados, houve predominância de moradores com ensino médio completo (34,29%) (n=24), sendo o grau de escolaridade da população relativamente baixo, uma vez que apenas 20,00% (n=14) possuem formação superior e 7,14% (n=5) deles afirmaram nunca ter estudado (Tabela 3).

Tabela 3. Grau de escolaridade dos entrevistados no município de São Mateus - ES, 2017.

Grau de escolaridade	%	(n)
Ensino fundamental I	21,43	15
Ensino fundamental II	17,14	12
Ensino médio	34,29	24
Ensino superior	20,00	14
Nunca estudou	7,14	5

A falta de estudo reflete o pouco conhecimento no que diz respeito aos processos de saúde-doença, pois apesar de 90,00% (n=63) referirem nunca terem tido qualquer tipo de infecção parasitária durante a vida, quase metade (48,57%) (n=34) afirmaram não ter conhecimento de como ocorre sua transmissão. Tal como observado por Barros e colaboradores (2011) ao afirmarem que a percepção do processo saúde-doença depende do grau de entendimento de sinais e sintomas, acesso a serviços médicos e testes diagnósticos, sendo que a população com menor grau de escolaridade e renda têm acesso mais restrito à informação e serviços de saúde de qualidade.

No que diz respeito à estrutura dos domicílios, todos apresentaram pelo menos um banheiro, sendo 81,43% (n=57) deles localizados exclusivamente em seu interior. A forma como é feito o escoadouro desses banheiros é preocupante, pois a rede de esgoto atende menos da metade (44,29%) (n=31) das residências visitadas, enquanto o restante das casas recorre ao uso de fossas sépticas não ligadas à rede de esgoto (50,00%) (n=35) ou despeja o esgoto diretamente no rio (1,43%) (n=1). Além disso, em 4,28% (n=3) das residências os moradores não souberam responder como era feito o escoadouro dos banheiros.

Com relação às caixas d'água, em todas as residências visitadas existia no mínimo uma, com 97,14% (n=68) dos entrevistados afirmando que as mesmas possuíam cobertura. Esse resultado é bastante relevante, uma vez que reservatórios sem tampa expõe a água armazenada ao intemperismo e a contaminantes externos, deixando a população que a consome vulnerável a doenças. Wright e colaboradores (2004) afirmaram que o armazenamento em reservatório adequado e protegido, diminui bastante a contaminação da água ali armazenada, reforçando a importância da utilização de caixas d'água com tampa e em boas condições de manutenção.

Outro ponto importante para o armazenamento correto da água é o material utilizado na confecção dos reservatórios domiciliares. No presente estudo, 82,86% (n=58) dos entrevistados responderam que a caixa d'água da residência era feita de polietileno, enquanto que 10% (n=7) era feita de amianto (Figura 9). Em duas residências visitadas existiam duas caixas, uma de polietileno e outra de amianto.

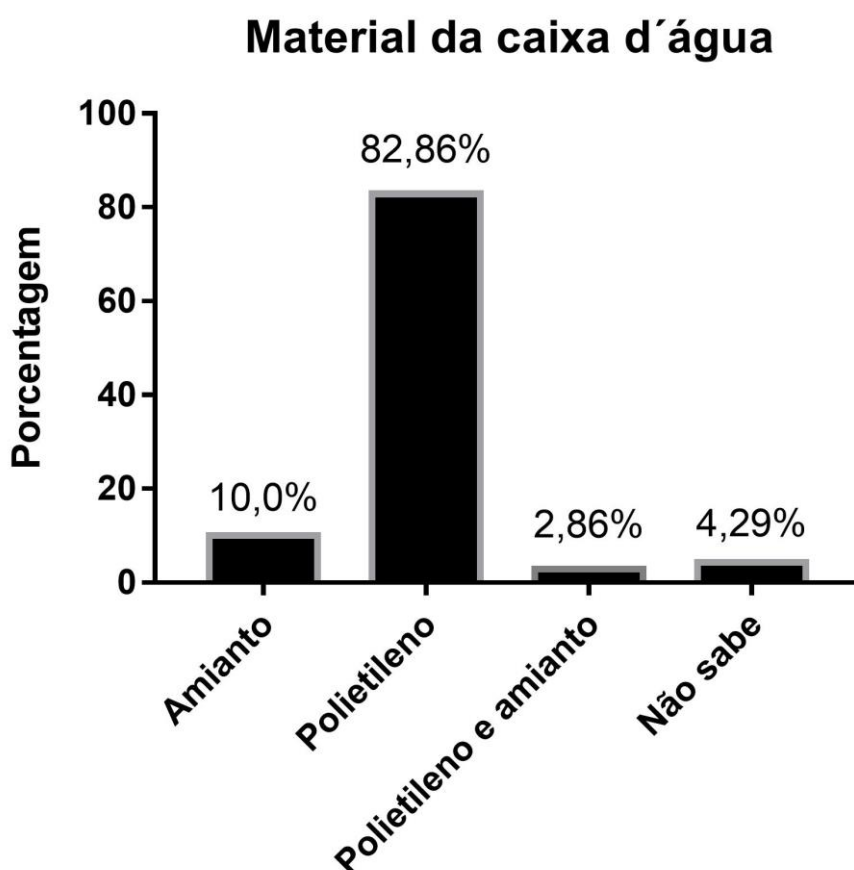


Figura 9. Material utilizado na confecção dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

Atualmente há predomínio de reservatórios de polietileno nas residências em detrimento dos feitos de amianto, mais antigos. Segundo a Fortlev (2017a), caixas d'água feitas com polietileno e polipropileno são mais utilizadas por serem mais leves e duráveis, além de possuírem paredes internas lisas, o que facilita sua limpeza e manutenção. Portanto, a utilização de caixas confeccionadas com materiais adequados pode trazer benefícios para a qualidade da água armazenada nos domicílios, pois evita o acúmulo de sujeira em suas paredes internas e, conseqüentemente, sua contaminação.

Quando questionados sobre a realização da limpeza da caixa d'água, todos os entrevistados (n=70) afirmaram ter conhecimento dessa necessidade, porém, em 14,29% (n=10) dos domicílios a limpeza não era realizada. Dentre os moradores que não a realizavam, 80% (n=8) usaram como justificativa a dificuldade de acesso. Os resultados deste estudo são semelhantes aos encontrados por Julião (2011), cuja maioria (86%) afirmou ter conhecimento da necessidade de limpeza da caixa d'água. Contudo, nem todos têm esse costume, como ficou evidenciado em estudo realizado por Campos (2003a) na cidade de Araraquara - SP, onde 40,5% da população em estudo não realizava a limpeza de seus reservatórios em virtude do difícil acesso. Assim, é possível inferir que a não realização da limpeza dos reservatórios domiciliares não está associada à falta de informação, mas sim à falta de interesse por parte da população (DARCI BOM, 2002). Isso ocorre, em grande parte, por conta do difícil acesso às caixas d'água, uma vez que a maioria se localiza sob o telhado, desencorajando a adoção dessa prática.

Em relação ao conhecimento da população de São Mateus sobre a frequência adequada para realização da manutenção dos reservatórios, 61,43% (n=43) dos participantes indicaram o período correto para limpeza, que é de seis meses (FORTLEV, 2017b) (Figura 10).

Conhecimento sobre o período de limpeza

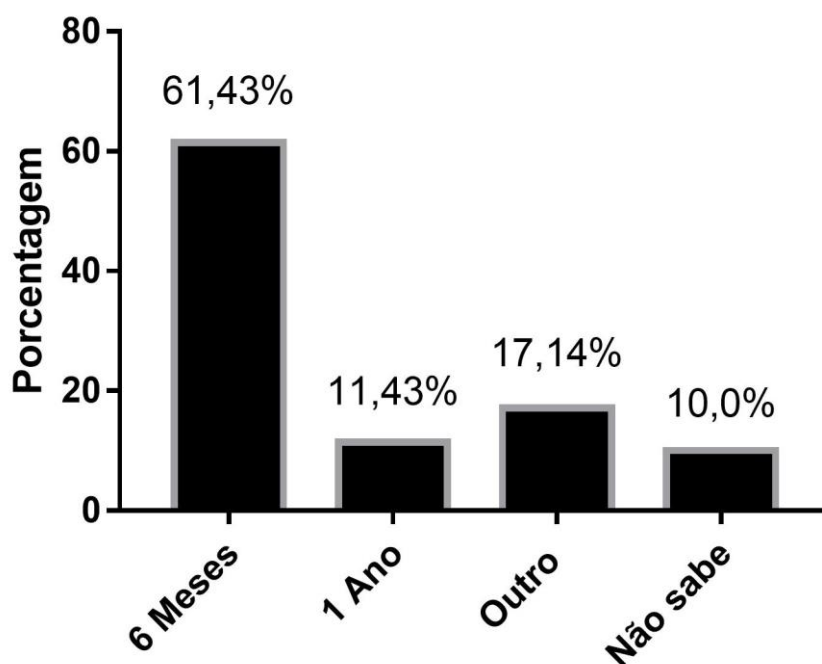


Figura 10. Conhecimento da população acerca do período correto para realizar a limpeza dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

A limpeza dos reservatórios dentro desse período de seis meses foi efetivamente realizada em 55,71% (n=39) dos domicílios visitados (Figura 11), porém, 22,86% (n=16) dos entrevistados não souberam informar quando a limpeza havia sido realizada pela última vez.

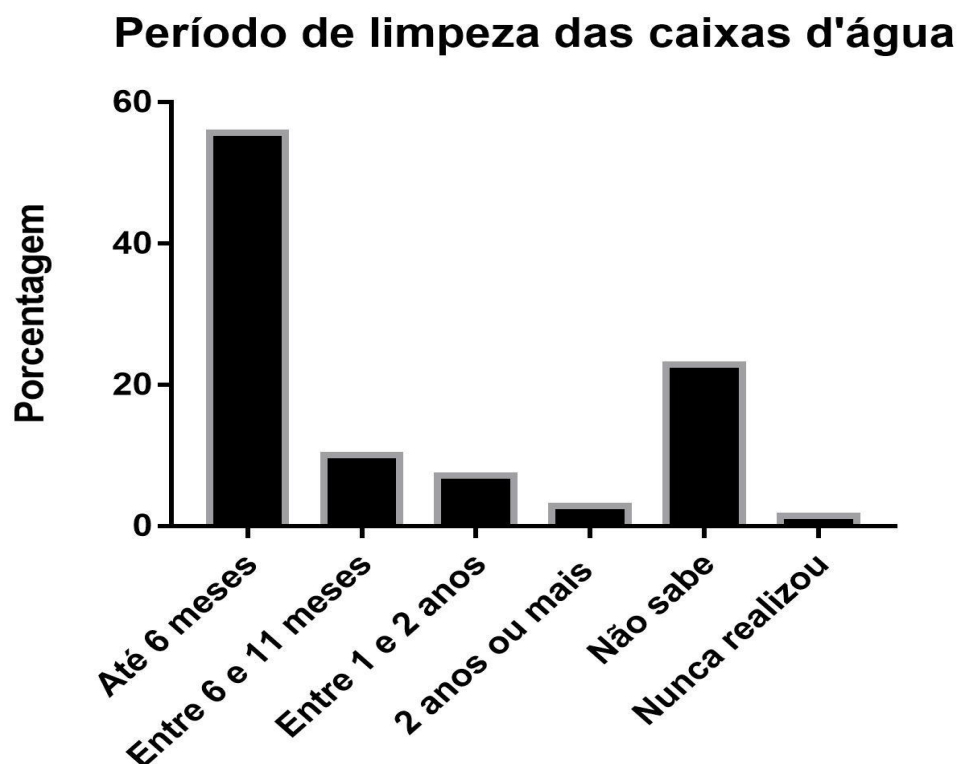


Figura 11. Frequência dos períodos de limpeza dos reservatórios domiciliares por parte dos moradores, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

Resultados mais críticos foram observados por Darci Bom (2002) e Julião (2011), cuja limpeza dos reservatórios foi realizada no período adequado em apenas 23% e 12% das residências, respectivamente. De fato, constata-se certa negligência da população do município de São Mateus com relação ao cumprimento do período de tempo correto para realizar a limpeza da caixa d'água, uma vez que os resultados estão aquém do ideal, já que apenas em pouco mais da metade das residências a limpeza era realizada no período adequado, o que pode trazer sérios prejuízos para a qualidade da água armazenada.

Nesse sentido e de acordo com recomendações da Fundação Nacional de Saúde (FUNASA), realizar a limpeza dentro do período de tempo adequado evita o acúmulo de sedimentos e a consequente formação do biofilme que fica aderido às paredes internas da caixa d'água, que pode gerar uma fonte de contaminação (BRASIL, 2006).

Não menos importante, outro fator investigado foi a respeito de quais produtos e materiais são mais adequados para realizar a limpeza dos reservatórios de água. Um

total de 62,86% (n=44) indicou corretamente a água, água sanitária e a escova de fibra (FORTLEV, 2017b) como mais adequados para esse processo (Figura 12). Apesar disso, cerca de 37% (n=26) responderam não saber ou indicaram produtos inadequados para manutenção da caixa d'água.

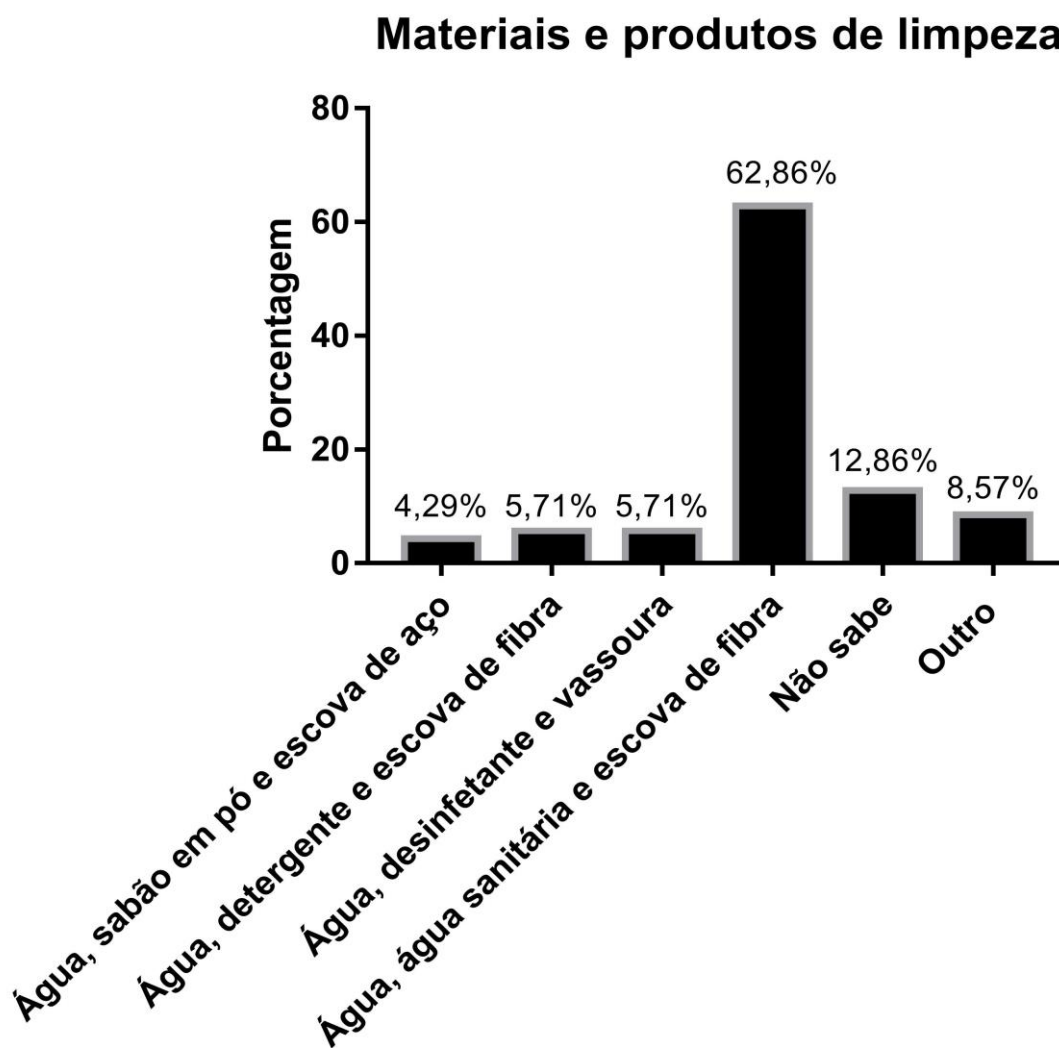


Figura 12. Materiais e produtos utilizados para limpeza dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

Além de realizar a limpeza no período adequado, usar produtos e materiais apropriados é essencial para a qualidade da água armazenada. O uso de detergentes, desinfetantes, sabões e escovas de aço pode causar corrosão da caixa d'água, possibilitando a fixação de impurezas e resíduos, com consequente crescimento de microrganismos, além de causar diversos problemas de saúde como alergias, eczemas e

asma, como relatado por Corrêa (2005) e na diretriz nacional do plano de amostragem da vigilância da qualidade da água (BRASIL, 2016).

Ainda, de acordo com os dados obtidos nas entrevistas, nos domicílios visitados, o banheiro (98,57%) (n=69) e a cozinha (92,85%) (n=65) foram os principais cômodos associados ao reservatório domiciliar de água. Isso ressalta a importância de se realizar a correta limpeza e manutenção das caixas d'água, pois esses cômodos estão diretamente associados à higiene pessoal e preparo de alimentos nas residências.

Considerando a qualidade da água da rede de abastecimento, observou-se que 51,43% (n=36) dos entrevistados a consideram ruim, número semelhante ao observado para a armazenada nos reservatórios domiciliares (48,57%) (n=34) (Figura 13). Esses resultados refletem a falta de confiança da população no serviço de abastecimento do município e isso fica claro pelo fato de 100% dos entrevistados não utilizarem a água diretamente das torneiras para ingestão.

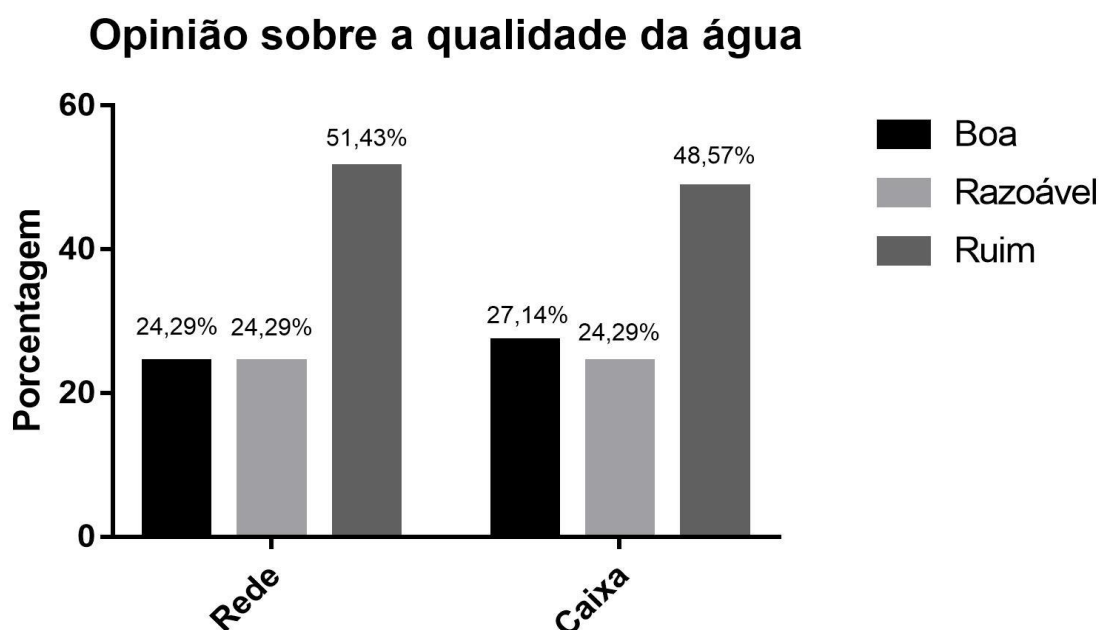


Figura 13. Opinião dos moradores a respeito da qualidade da água proveniente da rede de abastecimento e do reservatório domiciliar, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

Segundo alguns autores, a população, de modo geral, utiliza a água que chega em suas residências apenas para limpeza doméstica e higiene pessoal, recorrendo ao

consumo de água mineral engarrafada para ingestão direta (ABRAHAMS et al., 2000; DORIA, 2006). Isso ocorre pelo fato da sociedade considerar o consumo desse tipo de produto mais saudável em comparação com a água que chega da rede de abastecimento (SANT'ANA et al., 2003). Destaca-se, ainda, que o consumo de água mineral no Brasil é bastante elevado, com o país sendo o quinto maior mercado consumidor no mundo no ano de 2015 (RODWAN Jr., 2016).

4.2 Análise microbiológica

A análise bacteriológica da água é um método bastante sensível e específico, tendo os coliformes totais e a *E. coli* como principais indicadores de sua qualidade. Na tabela 4 são apresentados os resultados da análise microbiológica de todas as amostras analisadas, incluindo as provenientes da rede de abastecimento de água e do reservatório domiciliar.

Tabela 4. Resultado da análise microbiológica de amostras provenientes da rede de abastecimento de água e dos reservatórios domiciliares, coletadas no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

	Coliformes totais		<i>Escherichia coli</i>	
	%	(n)	%	(n)
Presença	53,61%	89	16,26%	27
Ausência	46,39%	77	83,74%	139

Observou-se que 53,61% (n=89) das amostras analisadas estavam contaminadas por coliformes totais, enquanto 16,27% (n=27) apresentaram resultado positivo para presença de *E. coli*.

Os resultados expostos na tabela 5 mostram que, do ponto de vista microbiológico, a água está imprópria para consumo humano, pois o número de amostras contaminadas por coliformes totais nos meses em estudo foi maior que o máximo permitido pela legislação (5% das amostras analisadas no mês). Além disso, foi detectada a presença de *E. coli* em amostras de todos os meses em que ocorreu o estudo, fato que também condena a utilização dessa água pela população (BRASIL, 2011).

Tabela 5. Contaminação microbiológica das amostras de água, por período, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

	Amostras analisadas	Contaminação (Coliformes totais)		Contaminação (<i>E. coli</i>)	
		(n)	%	(n)	%
Mês 1	48	27	56,25%	3	6,25%
Mês 2	38	19	50%	10	26,31%
Mês 3	28	9	32,14%	4	14,28%
Mês 4	28	17	60,71%	4	14,28%
Mês 5	24	17	70,83%	6	25%

Para classificar as amostras quanto ao padrão microbiológico da água para consumo humano foi utilizada a portaria 2914/11 do Ministério da Saúde (BRASIL, 2011), que determina que para um sistema que abastece uma população maior que 20.000 habitantes, 95% das amostras analisadas em um mês têm que estar livres de contaminação por coliformes totais e em nenhuma pode ser detectada a presença de *E. coli*, pois trata-se de um microrganismo indicador da contaminação fecal da água.

De forma isolada, a qualidade da água coletada diretamente da rede pública de abastecimento também foi analisada. Os resultados indicam que 43,37% (n=36) das amostras da rede estavam contaminadas com coliformes totais. Com relação a contaminação por *E. coli*, 14,46% (n=12) das amostras estavam contaminadas (Tabela 6).

Tabela 6. Resultado da análise microbiológica das amostras de água coletadas diretamente da rede de abastecimento do município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

	Coliformes totais		<i>Escherichia coli</i>	
	%	(n)	%	(n)
Presença	43,37%	36	14,46%	12
Ausência	56,63%	47	85,54%	71

Já com relação às amostras armazenadas na caixa d'água, 63,86% (n=53) estavam contaminadas com coliformes totais, contaminação maior que a observada para as que foram coletadas da rede de abastecimento. As amostras desse grupo apresentaram contaminação um pouco mais elevada para *E. coli* quando comparadas com às da rede, com 18,07% (n=15) delas contaminadas (Tabela 7).

Tabela 7. Resultado da análise microbiológica das amostras de água coletadas dos reservatórios domiciliares do município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

	Coliformes totais		<i>Escherichia coli</i>	
	%	(n)	%	(n)
Presença	63,86%	53	18,07%	15
Ausência	36,14%	30	81,93%	68

Com os resultados obtidos em São Mateus é possível observar que tanto a água proveniente da rede de abastecimento quanto a armazenada no reservatório domiciliar possuem altas taxas de contaminação por bactérias do grupo coliformes. Esses resultados podem ocorrer não somente pela inadequada limpeza e manutenção dos reservatórios, mas também por conta da contaminação das fontes de captação, frequente em mananciais superficiais (WRIGHT et al., 2004).

Apesar de ambos os grupos apresentarem elevada taxa de contaminação por microrganismos do grupo coliformes totais, as amostras provenientes do reservatório domiciliar apresentaram maior taxa de contaminação por coliformes totais (63,86%)

quando comparadas às da rede de abastecimento (43,37%). Através da análise estatística univariada (qui-quadrado) foi observado que existe diferença significativa, para contaminação por coliformes totais, entre os grupos rede de abastecimento e caixa d'água ($p=0,008$), com maior contaminação para as amostras da caixa. Para contaminação por *E. coli* não foi encontrada diferença significativa entre os grupos.

O resultado para contaminação por coliformes totais reforça a hipótese de que a caixa d'água exerce influência negativa na qualidade da água armazenada nas residências.

A elevada taxa de contaminação por coliformes totais das amostras da caixa d'água pode ser explicada pelo fato de 44,29% ($n=31$) dos moradores não realizarem a manutenção do reservatório no período adequado ou não saberem dizer a quanto tempo havia ocorrido a limpeza. Destaca-se, ainda, que cerca de 37,14% ($n=26$) dos entrevistados não sabiam ou indicaram produtos inadequados para esse processo, contribuindo para diminuição da qualidade da água armazenada.

Estudos realizados em diversas localidades apresentam resultados sobre o potencial impacto negativo que o reservatório exerce sobre a qualidade da água armazenada. Em Lins, município do estado de São Paulo, Lunardão e Soares (2006) revelaram que de um total de 140 domicílios, 67,86% apresentaram resultado positivo para contaminação por coliformes totais e termotolerantes na água armazenada nos reservatórios. Ainda no estado de São Paulo, Campos e colaboradores (2003b) compararam a qualidade microbiológica da água proveniente da rede de abastecimento com a que fica armazenada na caixa, encontrando diferença significativa entre as duas, com contaminação em 18,9% das amostras de água armazenada, enquanto que as provenientes da rede estavam livres da presença de coliformes totais.

Genthe e colaboradores (1997) na África do Sul mostraram que as amostras da rede de abastecimento de uma comunidade estavam livres de contaminação, porém, a água armazenada nos reservatórios domésticos possuía contaminação até seis vezes superior à permitida pelo padrão de potabilidade. Do mesmo modo, estudo realizado na cidade de Culiacan no México mostrou que 46% das amostras de água provenientes de torneiras dos domicílios estavam contaminadas com coliformes totais e termotolerantes (CHAIDEZ et al., 2008).

Por outro lado, de forma contrária ao presente estudo e aos anteriormente citados, os resultados encontrados por Julião em 2011 no município de Ribeirão Preto - SP foram extremamente satisfatórios com relação à qualidade microbiológica da água armazenada nos reservatórios, onde todas as amostras analisadas estavam dentro do padrão microbiológico exigido pela legislação. Isso mostra que a qualidade da água armazenada pode mudar bastante dependendo da região, pois as condições de tratamento e a qualidade do manancial onde é feita a captação também mudam de cidade para cidade.

Diante do elevado grau de contaminação exposto no presente estudo, fica evidente que a diminuição da qualidade microbiológica da água durante o armazenamento doméstico pode ter grande impacto na qualidade de vida de uma população, principalmente nos países em desenvolvimento, estando fortemente associada à transmissão de infecções entéricas provocadas por bactérias, como descrito por Brick e colaboradores, em 2004.

Van Der Merwe e colaboradores (2013) constataram que o período de armazenamento e a fonte onde é feita a captação da água podem ter influência direta para sua qualidade no que diz respeito à contagem de microrganismos heterotróficos. Além disso, imperfeições nas paredes internas dos reservatórios podem proporcionar um nicho ecológico para formação e persistência do biofilme. Dessa forma, a qualidade da água não depende apenas da limpeza e manutenção dos reservatórios domésticos por parte dos moradores, mas de todo um sistema de abastecimento integrado e funcionando adequadamente, que vai desde o manancial onde é feita a captação, passando pelo tratamento e distribuição, até o armazenamento.

Com base nos resultados da análise microbiológica das amostras de água do município de São Mateus, percebe-se a necessidade de tratamento adicional nos domicílios, com o intuito de reduzir os riscos de exposição da população a doenças de veiculação hídrica, uma vez que o tratamento realizado pela empresa responsável pelo abastecimento se mostrou insuficiente para reduzir a carga microbiológica da água.

4.3 Análise parasitológica

Até os anos 1980, a maior parte das doenças de veiculação hídrica tinham etiologia bacteriana, porém, a melhoria dos processos de tratamento da água reduziu os

patógenos entéricos bacterianos. A partir de então, os parasitos se tornaram os principais contaminantes da água (FRANCO, 2007).

Observou-se no presente estudo a presença de ovos de ancilostomídeos em, apenas, uma amostra (1,66%) proveniente da rede de abastecimento.

No Brasil ainda há escassez de registro a respeito de surtos parasitários de veiculação hídrica e poucos dados na literatura. Além disso, não existe controle da qualidade da água para contaminação por protozoários ou parasitos, com os resultados se limitando a ocorrência de epidemias diarreicas (CARDOSO, 2002; LOPES, 2017). No município de São Mateus, por exemplo, a empresa responsável pelo abastecimento não realiza testes para detecção de estruturas de parasitos (SAAE, 2017).

Embora o tratamento realizado no município de São Mateus seja do tipo convencional, sem nenhum processo específico para eliminação de parasitos, foi detectada a presença desses patógenos apenas em uma amostra analisada. Dessa forma é possível inferir que, possivelmente, os processos utilizados para o tratamento da água no município mostraram-se eficazes na eliminação dos contaminantes parasitários.

4.4 Análise físico-química

A qualidade da água depende, não somente da presença ou ausência de microrganismos, mas também de alguns parâmetros físico-químicos como pH, teor de cloro residual livre e turbidez.

A média de pH do total de amostras do estudo foi de 7,29, com variações entre 4,40 e 8,35. Destas, apenas uma apresentou-se fora dos limites estabelecidos pela portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde para água de consumo humano, cujos valores variam de 6,0 a 9,5 (BRASIL, 2011).

Quando se compara a água coletada da rede de abastecimento com a armazenada no reservatório domiciliar (Tabela 8), é possível observar que as amostras da caixa d'água apresentaram pH maior (7,43) quando comparadas com as provenientes da rede (7,16).

Tabela 8. Estatística descritiva dos valores de pH do total de amostras (Rede + Caixa), amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

Grupo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Rede + Caixa	7,29	0,42	4,40	8,35
Rede	7,16	0,31	6,45	7,73
Caixa	7,43	0,47	4,40	8,35

Diferenças entre pH da água da rede de abastecimento e do reservatório domiciliar também foram encontradas por Campos e colaboradores (2003b), com médias de 6,96 e 7,32, respectivamente, ao passo que em estudo realizado por Julião (2011) a média de pH das amostras armazenadas na caixa foi de 6,5. Por outro lado, no município de Juara - MT, Nascimento (2014) avaliou o pH da água que é distribuída para as casas a partir do sistema municipal de abastecimento, tendo encontrado valores inferiores aos do presente estudo, variando de 6,0 a 6,4.

A determinação desses valores é de grande relevância, pois até mesmo pequenas diferenças no pH podem ter influência negativa na ação do cloro, principal agente químico utilizado para desinfecção da água.

O cloro, por sua vez, pode estar presente na água em duas formas, o ácido hipocloroso (HOCl) e o íon hipoclorito (OCl^-), com o HOCl possuindo maior efeito germicida quando comparado com o OCl^- . Em pH abaixo de 6,5 não ocorre dissociação do HOCl, e em valores acima de 8,5 o ácido hipocloroso se dissocia totalmente no íon hipoclorito. Assim, para maior eficiência do processo, recomenda-se que a cloração seja realizada em valores de pH abaixo de 8,0, pois em pH mais baixo há predominância da forma mais germicida do cloro (DANIEL, 2001).

Além da importância para a qualidade microbiológica da água, valores extremos de pH podem trazer prejuízos para o organismo humano, tendo em vista que aqueles na faixa de 11,0 causam irritação nos olhos, pele e sistema gastrointestinal, enquanto que na faixa de 2,5 pode, até mesmo, irritar o epitélio de forma irreversível (WHO, 1996).

Outro parâmetro físico-químico avaliado foi o teor de cloro residual. Os teores, tanto da água da rede de abastecimento quanto do reservatório doméstico, estão aquém do desejável, com valores médios entre 0,03 e 0,08 mg/L, respectivamente (Tabela 9).

Tabela 9. Estatística descritiva dos teores de cloro residual livre do total de amostras (Rede + Caixa), amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

Grupo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Rede + Caixa	0,06 mg/L	0,07	ND*	0,36 mg/L
Rede	0,08 mg/L	0,08	ND*	0,36 mg/L
Caixa	0,03 mg/L	0,04	ND*	0,18 mg/L

*Não detectável

Segundo a portaria 2914/2011, o teor de cloro livre em qualquer ponto da rede de abastecimento, após o tratamento, deve ser de no mínimo 0,2 mg/L e no máximo 2,0 mg/L (BRASIL, 2011) e os resultados em São Mateus indicam que apenas 10,84% (n=9) das amostras provenientes da rede satisfazem esse requisito, enquanto que nenhuma amostra de água armazenada na caixa apresentou teor mínimo recomendado. Além do baixo teor de cloro livre encontrado, foi possível observar que das 166 amostras analisadas, em 31 não existia cloro livre detectável.

No presente estudo, de todas as amostras analisadas, 94,58% (n=157) apresentaram teor de cloro residual livre abaixo do considerado ideal para descontaminação e proteção parcial da água durante a distribuição e armazenamento (Tabela 10).

Os resultados encontrados sugerem que a desinfecção química realizada pela empresa de abastecimento do município é inadequada. Como relatado pela OMS (WHO, 2000), a concentração de cloro livre pode diminuir ao longo da rede de distribuição devido a reações que ocorrem com a matéria orgânica na tubulação, o que também pode explicar os valores encontrados nos domicílios.

Tabela 10. Frequências absoluta e relativa de acordo com o padrão de potabilidade do teor de cloro livre das amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

	Frequência Absoluta		Frequência Relativa	
	(n)		(%)	
Grupos	Rede	Caixa	Rede	Caixa
Padrão	9	0	10,84%	0%
Fora do Padrão	74	83	89,16%	100%

O tratamento estatístico dos dados possibilitou verificar diferença significativa entre os grupos nas análises univariada ($p=0,002$) e multivariada ($p=0,0098$), com prevalência de adequação dos teores de cloro residual livre das amostras da rede 2,21 vezes maior que às da caixa (Tabela 11). Esses resultados confirmam que o reservatório domiciliar de água exerceu impacto negativo no teor de cloro residual livre.

Tabela 11. Análise estatística univariada e multivariada para adequação dos teores de cloro livre entre as amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

	Qui-quadrado	Regressão de Poisson		
	(p)	P	RP	IC
Cloro livre	0,002	0,0098	2,21	1,9-2,67

RP: razão de prevalência; IC: intervalo de confiança.

Campos (2003b) e colaboradores, através do teste estatístico de Mann-Witney, também encontraram diferença significativa entre amostras de água da rede de abastecimento e das armazenadas nas residências para adequação dos teores de cloro livre, com $p=0,032$.

Segundo Thompson (2003), a manutenção de níveis adequados de cloro livre na água diminui os riscos de doenças e pode evitar casos de diarreia na população, sobretudo nos países em desenvolvimento. Por ser capaz de eliminar diversos tipos de microrganismos, principalmente bactérias, através do rompimento ou oxidação da parede celular e alterações no metabolismo, o cloro é o principal produto químico utilizado no tratamento de águas superficiais e subterrâneas (DANIEL, 2001; SOBSEY et al., 2003).

O alto grau de contaminação microbiológica dos dois grupos pode estar diretamente associado aos reduzidos teores desse agente nas amostras, sobretudo daquelas provenientes dos reservatórios domésticos. Isso fica claro ao se observar os resultados das análises estatísticas, em que o cloro livre apresentou efeito protetivo contra a contaminação da água por coliformes totais, ou seja, na presença de teores adequados desse composto, a razão de prevalência para contaminação foi de 0,092 (Tabela 12). Não foi encontrada relação significativa entre os teores de cloro livre das amostras de água e a contaminação por *E. coli*.

Tabela 12. Relação entre os teores de cloro livre e contaminação por coliformes totais.

	Qui-quadrado (p)	Regressão de Poisson		
		P	RP	IC
Cloro livre x Coliformes totais	0,009	0,008	0,092	0,024-0,16

RP: razão de prevalência; IC: intervalo de confiança.

Outros estudos reforçam a importância da manutenção de teores adequados de cloro livre para a qualidade da água e, conseqüentemente, para a saúde da população que a consome. Em estudo realizado por Sobsey (2003) na Bolívia e em Bangladesh, o grupo intervenção recebeu a cloração na água armazenada nas residências. Em Bangladesh o pesquisador observou que a presença de *E. coli* no grupo intervenção foi significativamente menor que no grupo controle ($p < 0,01$). Na Bolívia, os resultados encontrados foram semelhantes, onde o grupo intervenção apresentou contaminação por *E. coli* e *Clostridium perfringens* significativamente menor quando comparada ao grupo

controle ($p < 0,0001$). Como pode ser observado, tanto na Bolívia quanto em Bangladesh, a cloração da água no grupo intervenção trouxe uma melhora na qualidade microbiológica da água armazenada nas residências.

Estudo semelhante realizado na Zâmbia, mostrou que em 94% das amostras do grupo intervenção existia quantidade de cloro detectável, com 80% delas possuindo teor de cloro livre $\geq 0,2$ mg/L. Os resultados microbiológicos desse grupo refletem o impacto positivo desse produto na qualidade da água, pois em 69% das amostras não houve crescimento detectável de *E. coli* (QUICK, 2002).

Além de melhorar a qualidade da água armazenada, a cloração traz benefícios para saúde da população que a consome. No estudo realizado em Bangladesh, a taxa de incidência de diarreia em crianças com menos de cinco anos foi significativamente menor no grupo intervenção (20,8 episódios/1000 dias) que no grupo controle (24,3 episódios/1000 dias). Na Bolívia, a média de casos de diarreia por pessoa, levando em consideração todas as faixas etárias foi, mais uma vez, significativamente mais baixa ($p = 0,002$) para o primeiro grupo. Dessa forma, as famílias do grupo controle tinham duas vezes mais risco de contrair uma doença diarreica quando comparado ao grupo intervenção, que teve cerca de 43% dos casos de diarreia prevenidos pela cloração da água (SOBSEY et al., 2003).

O cloro confere proteção residual para a água, seja qual for o tipo de armazenamento doméstico utilizado, pois em países mais pobres e carentes de infraestrutura de abastecimento, a água é frequentemente armazenada em recipientes inadequados dentro do próprio domicílio (SMITH; KOMOS, 2009). Assim, reforça-se a necessidade de melhoria nas condições observadas para esse parâmetro no município de São Mateus.

Com relação à turbidez, parâmetro comumente utilizado para determinar a qualidade da água, os valores médios encontrados nas amostras da rede de abastecimento e caixas d'água, no município de São Mateus foram, respectivamente, 2,72 e 0,43 FTU (Tabela 13).

Tabela 13. Estatística descritiva para os valores de turbidez do total de amostras (Rede + Caixa), amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

Grupo	Média	Desvio Padrão	Mínimo	Máximo
Rede + Caixa	1,57 FTU	7.17	ND*	83 FTU
Rede	2,72 FTU	9,87	ND*	83 FTU
Caixa	0,43 FTU	1,86	ND*	16,24 FTU

*Não detectável

É possível observar que a turbidez das amostras da rede foi, em média, mais elevada que as do reservatório. Isso pode ser explicado pelo valor de 83 FTU de uma amostra isolada da rede, que elevou a média desse grupo. Foi possível notar que os valores de turbidez das amostras da rede de abastecimento variavam bastante dependendo do dia em que as mesmas foram coletadas (DP = 9,87). A diferença encontrada entre os grupos também pode ser explicada pelo fato das partículas presentes na água armazenada ficarem depositadas no fundo do reservatório doméstico, mascarando a real turbidez dessas amostras.

Através do teste qui-quadrado foi encontrada diferença estatisticamente significativa entre os grupos ($p=0,009$) (Tabela 14), com turbidez mais elevada para as amostras provenientes da rede pública de abastecimento em relação às armazenadas nas caixas d'água.

Tabela 14. Análise estatística univariada e multivariada para adequação dos valores de turbidez entre as amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

	Qui-quadrado	Regressão de Poisson		
	(p)	P	RP	IC
Turbidez	0,009	0,09	5.25	0,73-37,7

RP: razão de prevalência; IC: intervalo de confiança.

Vale ressaltar que as amostras dos dois grupos (Rede e Caixa) apresentaram valores médios de turbidez dentro do limite estabelecido pelo Ministério da Saúde para água potável ($\leq 5,0$ UT) (BRASIL, 2011). A tabela 15 mostra as frequências relativa e absoluta de amostras dentro e fora do padrão de potabilidade entre os dois grupos.

Tabela 15. Frequências absoluta e relativa de acordo com o padrão de potabilidade de turbidez das amostras da rede de abastecimento e dos reservatórios domiciliares, no município de São Mateus - ES, Brasil, 2017.

	Frequência Absoluta		Frequência Relativa	
	(n)		(%)	
Grupos	Rede	Caixa	Rede	Caixa
Padrão	74	82	89,16%	98,80%
Fora do Padrão	9	1	10,84%	1,20%

Além de indicar a presença de sujidades de diversas origens, a turbidez elevada diminui a eficiência do processo de desinfecção, pois evita o contato direto com os desinfetantes, funcionando como um escudo para os microrganismos. Nesse sentido, para melhores resultados no tratamento da água e, conseqüentemente, menor taxa de contaminação, busca-se diminuir a turbidez antes da desinfecção química (cloro ou ozônio) e/ou física (irradiação por UV) (WHO, 2011). Isso fica claro nos casos em que surtos de doenças gastrointestinais foram associados à turbidez acima do valor máximo aceitável (SCHUSTER, 2005).

5 CONCLUSÃO

- Como evidenciado pelos resultados obtidos, a água distribuída à população de São Mateus está imprópria para consumo humano de acordo com a legislação vigente, por conta da elevada contaminação microbiológica, muito devido ao reduzido teor de cloro residual livre presente nas amostras analisadas, uma vez que o cloro exerce efeito protetivo contra contaminação por coliformes totais.
- O reservatório domiciliar exerceu efeito negativo, tanto para os teores de cloro residual livre quanto para contaminação por coliformes totais, podendo trazer prejuízos para saúde da população.
- O conhecimento da população acerca da manutenção dos reservatórios ainda deixa a desejar em diversos aspectos, contribuindo para diminuição da qualidade da água armazenada nas residências.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAMAS, N.; HUBBELL, B.; JORDAN, J. Joint production and averting expenditure measures of willingness to pay: do water expenditures really measure avoidance costs? **American Journal of Agricultural Economics**, Milwaukee, v. 82, p. 427-437, 2000.

AMARAL, L. A.; NADER, A. F.; ROSSI Jr., O. D.; FERREIRA, F. L. A.; BARROS, L. S. S. Água de consumo humano como fator de risco à saúde em propriedades rurais. **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 37, n. 4, p. 510-514, 2003.

ANA - Agência Nacional das Águas. **GEO Brasil Recursos Hídricos. Componente da Série de Relatórios sobre o Estado e Perspectivas do Meio Ambiente no Brasil (Resumo Executivo)**. Agência Nacional das Águas (ANA), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Programa das Nações Unidas do Meio Ambiente (PNUMA), Brasília, 2007a.

ANA - Agência Nacional das Águas. **A história do uso da água no Brasil, do descobrimento ao século XX**. Brasília, 2007b. 249 p. Disponível em: <http://historiadaagua.ana.gov.br/livro_historia_agua.pdf>. Acesso em 27 de maio de 2016.

ANA – Agência Nacional das Águas. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo**; Organizadores: Carlos Jesus Brandão ... [et al.]. -- São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

BARBOSA, D. A.; LAGE, M. M.; BADARÓ, A. C. L. Qualidade microbiológica da água dos bebedouros de um campus universitário de Ipatinga, Minas Gerais. **Revista Digital de Nutrição**, v. 3, n. 5, p. 505-517, 2009.

BARROS, M. B. A.; FRANCISCO, P. M. S. B.; ZANCHETTA, L. M.; CÉSAR, C. L. G. Tendências das desigualdades sociais e demográficas na prevalência de doenças crônicas no Brasil, PNAD: 2003-2008. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 16, n. 10, p. 3755-3768, 2011.

BEUX, M. R.; YAMANAKA, E. H. U.; MONTEIRO, C. L. B.; FAVARO, C.; WAKAMORI, M.; COGO, L. L. Análise Comparativa entre o Método do Substrato

Cromogênico “Aquateste Coli” e o Método de Fermentação da Lactose na Pesquisa de Coliformes em Água de Consumo Humano. **In: Internacional Congress on Bioprocessin Food Industries**, 4., 2010. Curitiba, 2010.

BLAGG, W. et al. A New Concentration Technic for the Demonstration of Protozoa and Helminth Eggs in Feces¹. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 4, n. 1, p. 23-28, 1955.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual de Saneamento**. 3 ed., 2006. 408 p.

BRASIL. Portaria MS nº 2914 de 12 de dezembro de 2011. **Dispõe sobre os procedimentos de controle e vigilância da qualidade da água para consumo e seu padrão de potabilidade**. Brasília, 2011.

BRASIL. Fundação Nacional de Saúde. **Manual Prático de Análise de Água**. 4 ed., 2013. 18 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Diretriz Nacional do Plano de Amostragem da Vigilância da Qualidade da Água para Consumo Humano**. Brasília, 2016.

BREMER, P. J.; MONK, I.; OSBORNE, C. M. Survival of *Listeria monocytogenes* attached to Stainless Steel Surface in the presence or absence of *Flavobacterium* ssp. **Journal of Food Protection**, Ames, v. 64, n. 9, p. 1369-1376, 2001.

BRICK, T.; PRIMROSE, B.; CHANDRASEKHAR, R.; ROY, S.; MULIYIL, J.; KANG, G. Water contamination in urban south India: household storage practices and their implications for water safety and enteric infections. **International Journal of Hygiene and Environmental Health**, New York, v. 207, n. 5, p. 473-480, 2004.

CAMPOS, J. A. D. B.; FARIA, J. B.; FARACHE FILHO, A. Uso de reservatórios domiciliares e conhecimento da população. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 14, n. 2, p. 171-175, 2003a.

CAMPOS, J. D. B.; FARACHE FILHO, A.; FARIA, J. B. Qualidade da água armazenada em reservatórios domiciliares: parâmetros físico-químicos e microbiológicos. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 14, n. 1, p. 63-67, 2003b.

CARDOSO, L. S.; BERINO, E.; DEUS, A. B. S.; LUCA, S. J. *Cryptosporidium* e *Giardia* em águas e efluentes: estado da arte. In: **Congreso Interamericano de Ingeniería Sanitaria y Ambiental**, 28. FEMISCA, p. 1-8, 2002.

CDC - Centers for Disease Control and Prevention. **Safe water for the community: a guide for establishing a community based safe water system program edition**. 2008. 62 p. Disponível em: <<https://stacks.cdc.gov/view/cdc/5232>>. Acesso em 02 de agosto 2017.

CETESB - Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental. **Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem**. CETESB, p. 27-28, 2011. Disponível em: <<http://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-E-Significado-Ambiental-e-Sanit%C3%A1rio-das-Vari%C3%A1veis-de-Qualidade-2016.pdf>>. Acesso em 25 de set de 2017.

CHAIDEZ, C.; SOTO, M.; MARTINEZ, C.; KESWICK, B. Drinking water microbiological survey of the Northwestern State of Sinaloa, México. **Journal of Water and Health**, London, v. 6, n. 1, p. 125-129, 2008.

COELHO, D. A.; SILVA, P. M. F.; VEIGA, S. M. O. M.; FIORINI, J. E. Avaliação da qualidade microbiológica de águas minerais comercializadas em supermercados da cidade de Alfenas, MG. **Higiene Alimentar**, v. 21, n. 151, p. 88-92, 2007.

CORRÊA, L. M. L. **Saneantes domissanitários e saúde: um estudo sobre a exposição de empregadas domésticas**. 2005. 94 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Coletiva) - Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2005.

D'ÁGUILA, P. S.; ROQUE, O. C. C.; MIRANDA, C. A. S.; FERREIRA, A. P. Avaliação da qualidade da água para abastecimento público do município de Nova Iguaçu. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 16, n. 3, p. 791-798, 2000.

DANIEL, L. A. Métodos alternativos de desinfecção da água. In: **Métodos Alternativos de Desinfecção da Água**. PROSAB, São Paulo, p. 149, 2001.

DARCI BOM, J. **A influência da qualidade da água, de reservatórios domiciliares, na qualidade de vida da população de Umuarama – PR.** 2002. 214 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Qualidade Ambiental), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

DEFENSORIA DAS ÁGUAS. **O Estado Real das Águas no Brasil - 2003/2004.** 2004. Disponível em: <<http://ses.sp.bvs.br/lis/resource/18193#.WvHTeIgvzDf>>. Acesso em 27 de set de 2016.

DORIA, M. F. Bottled water versus tap water; understanding consumers preferences. **Journal of Water and Health**, London, v. 4, p. 271-276, 2006.

ESTEVES, F. A. Fundamentos de limnologia. **Interciência**, Rio de Janeiro, 1998. 575 p.

FORTLEV. **Caixa d'água.** Disponível em: <<http://www.fortlev.com.br/produto/caixa-dagua-de-poli-etileno-2/>>. Acesso em 26 de dez de 2017a.

FORTLEV. **Dicas.** Disponível em: <<http://www.fortlev.com.br/dicas/como-limpar-sua-caixa-dagua/>>. Acesso em 03 de dez de 2017b.

FRANCO, R. M. B. Protozoários de veiculação hídrica: relevância em saúde pública. **Revista Panamericana de Infectología**, v. 9, n. 4, p. 36-43, 2007.

FREITAS, M. B.; BRILHANTE, O. M.; ALMEIDA, L. M. Importância da análise da água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 17, n. 3, p. 651-660, 2001.

GENTHE, B.; STRAUSS, N.; SEAGER, J.; VUNDULE, C.; MAFORAH, F.; KFIR, R. The effect of type of water supply on water quality in a developing community in South Africa. **Water Science and Technology**, v. 35, n. 11-12, p. 35-40, 1997.

GERMANO, P. M. L.; GERMANO, M. I. S. **Higiene e vigilância sanitária de alimentos.** São Paulo: Varela, 2003. 655 p.

GLEICK, P. H. Safeguarding our water-making every drop count. **Scientific American**, v. 284, n. 2, p. 40-45, 2001.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores de Desenvolvimento Sustentável, 2010.** Disponível em: <<https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv46401.pdf>>. Acesso em 23 de maio de 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2015.** Disponível em: <ftp://ftp.ibge.gov.br/Estimativas_de_Populacao/Estimativas_2015/estimativa_TCU_2015_20170614.pdf>. Acesso em 28 de maio de 2016.

ISAAC-MARQUEZ, A. P.; LEZAMA-DAVILA, C. M.; KU-PECH, R. P.; TAMAY-SEGOVIA, P. Calidad sanitaria de los suministros de agua para consumo humano en Campeche. **Salud Publica México**, v. 36, p. 655-661, 1994.

JULIÃO, F. C. **Avaliação das condições microbiológicas e físico-químicas da água de reservatório domiciliar e predial: importância da qualidade dessa água no contexto da saúde pública.** 2011. 157 f. Tese de Doutorado (Doutorado em Ciências) - Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 2011.

KORFALI, S. I.; JURDI, M. Provision of safe domestic water for the promotion and protection of public health: a case study of the city of Beirut, Lebanon. **Environmental Geochemistry and Health**, New York, v. 31, p. 283-295, 2009.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água.** 2 ed. Campinas, SP: Átomo, 2008. 443 p.

LOPES, A. M. M. B.; GOMES, L. N. L.; MARTINS, F. C.; CERQUEIRA, D. A.; FILHO, C. R. M.; SPERLING, E. V.; PÁDUA, V. L. Dinâmica de protozoários patogênicos e cianobactérias em um reservatório de abastecimento público de água no sudeste do Brasil. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, n. 1, p. 25-43, 2017.

LUNARDÃO, G.; SOARES, F. M. P. Análise microbiológica da água procedente de reservatórios residenciais do município de Lins - SP. **In: 8º Seminário de Extensão**, 2006, Piracicaba. Anais...Piracicaba: UNIMEP, 2006.

- MACEDO, J. A. B. **Águas e Águas**, São Paulo: Varela, 2000. 505 p.
- NASCIMENTO, H. D.; BARRETO, E. S. Physico-Chemical and Microbiological Evaluation of Water Distributed in Juara - MT, Brazil. **Scientific Electronic Archives**, v. 8, n. 1, p. 72-76, 2014.
- OKURA, M. H.; SIQUEIRA, K. B. Enumeração de coliformes totais e coliformes termotolerantes em água de abastecimento e de minas. **Higiene Alimentar**, v. 19, n. 135, p. 86-91, 2005.
- OLIVEIRA, A. P. F. M. **Qualidade da água de abastecimento desde o uso e ocupação do solo da bacia do Ribeirão Pitangueiras às torneiras do usuário: estudo de caso do município de Barretos, SP**. 2004. 197 f. Dissertação (Mestrado em Hidráulica e Saneamento) - Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2004.
- PELCZAR, M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: Conceitos e aplicações**. 2a ed. São Paulo: Makron Books; v. 1, 1996. 556 p.
- QUICK, R. E. et al. Diarrhea prevention through household-level water disinfection and safe storage in Zambia. **The American Journal of Tropical Medicine and Hygiene**, v. 66, n. 5, p. 584-589, 2002.
- RODWAN Jr., J. G. **Bottled water 2015 acceleration**. Disponível em: <http://www.bottledwater.org/public/BWR_Jul-Aug_2016_BMC%202015%20bottled%20water%20stat%20article.pdf>. Acesso em: 30 jul 2017.
- SAAE. **Análise**. Disponível em: <http://www.saaesma.com.br/analises>. Acesso em 31 de dez 2017.
- SANT'ANA, A. S.; SILVA, S. H. F. L.; FARANI, I. O.; AMARAL, C. H. R.; MACEDO, V. F. Qualidade microbiológica de águas minerais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, p. 190-194, 2003.
- SANTOS, A. S. Prevalência de enteroparasitoses na população do município de Maria Helena - Paraná. **Revista Ciência e Saúde Coletiva**, 2007.
- SCHUSTER, C. J.; ELLIS, A. G.; ROBERTSON, W. J.; CHARRON, D. F.; ARMANI, J. J.; MARSHALL, B. J.; MEDEIROS, D. T. Infectious disease outbreaks related to

drinking water in Canada, 1974-2001. **Canadian Journal of Public Health/Revue Canadienne de Sante'e Publique**, v. 96, n. 4, p. 254-258, 2005.

SHEATHER, A. L. The Detection of Intestinal Protozoa and Mange Parasites by a Flootation Technique. **Journal of Pathology and Therapy**, v. 36, n. 4, p. 266-275, 1923.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A. **Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos**. São Paulo: Varela, 2001. 317 p.

SMITH, E; EL KOMOS, S. Tap water quality and performance of point-of-use treatment devices in Cairo, Egypt. **Water and Environment Journal**, v. 23, n. 2, p. 119-127, 2009.

SOBSEY, M. D.; HANDZEL, T.; VENCZEL, L. Chlorination and safe storage of household drinking water in developing countries to reduce waterborne disease. **Water Science and Technology**, v. 47, n. 3, p. 221-228, 2003.

SOUZA, R. M. G. L; PERRONE, M. A. **Padrões de potabilidade da água**, 2000. 12 p. Disponível em: <<http://cvs.sal.sp.gov.br/vol2.html>>. Acesso em 20 de jun de 2016.

STOODLEY, P.; SAUER, K.; DAVIES, D. G.; COSTERTON, J. W. Biofilms as complex differendiated communities. **Annual Review of Microbiology**, Palo Alto, v. 56, p. 187-209, 2002.

THOMPSON, T.; SOBSEY, M.; BARTRAM, J. Providing clean water, keeping water clean: an integrated approach. **International Journal of Environmental Health Research**, v. 13, n. sup1, p. S89-S94, 2003.

TORTORA, G. J.; CASE, C. L.; FUNKE, B. R. **Microbiologia-10ª Edição**. Artmed Editora, 2012. 967 p.

UNESCO. **Water in a Changing World**. London, 2009. 349 p. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0018/001819/181993e.pdf>>. Acesso em 23 de maio de 2016

UNICEF - United Nations Children's Fund. **Handbook on Water Quality**. New York, 2008. 179 p. Disponível em:

<https://www.unicef.org/wash/files/WQ_Handbook_final_signed_16_April_2008.pdf>. Acesso em 03 de jun de 2016.

UN-WATER. **Coping with water scarcity. A strategic issue and priority for system-wide action.** 2006. Disponível em: <https://www.preventionweb.net/files/1770_VL102303.pdf>. Acesso em 23 de abr de 2016.

VALENTINI, D. Água, fonte de vida. **Informativo PACS**, Rio de Janeiro, n. 8. p. 1, 2004.

VAN DER MERWE, V; DUVENAGE, S; KORSTEN, L. Comparison of biofilm formation and water quality when water from different sources was stored in large commercial water storage tanks. **Journal of Water and Health**, v. 11, n. 1, p. 30-40, 2013.

VENDRAMEL, E.; KÖHLER, V. B. A história do abastecimento de água em Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum**, v. 24, n. 1, p. 253-260, 2002.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for Drinking-water Quality. Vol. 2, Health Criteria and Other Supporting Information**, 1996. Disponível em: <<http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/38551/9241544805.pdf?sequence=1>>. Acesso em 27 de jul de 2016.

WHO - World Health Organization. **Desinfectants and disinfectant by-product**. 2000. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/42274/WHO_EHC_216.pdf;jsessionid=857A1C7D0704BF2A918E7CD8ECE632AC?sequence=1>. Acesso em 28 de jan de 2017.

WHO - World Health Organization. **Water, Sanitation and Health: 2010**. Disponível em: <https://www.who.int/water_sanitation_health/en/>. Acesso em 27 de ago de 2016.

WHO - World Health Organization. **Guidelines for Drinking-water Quality, fourth edition.** 2011a. Disponível em: <http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44584/9789241548151_eng.pdf?sequence=1>. Acesso em 23 de nov de 2016.

WHO - World Health Organization. **Technical Guidance on Water-related Disease Surveillance**, 2011b. Disponível em: <http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0009/149184/e95620.pdf>. Acesso em 14 de nov de 2017.

WHO - World Health Organization. **Water Quality and Health Strategy 2013-2020**, 2013. Disponível em: <http://www.who.int/water_sanitation_health/publications/water_quality_strategy/en/>. Acesso em: 25 de abr de 2017.

WRIGHT, J.; GUNDRY, S.; CONROY, R. Household drinking water in developing countries: a systematic review of microbiological contamination between source and point-of-use. **Tropical Medicine & International Health**, v. 9, n. 1, p. 106-117, 2004.

7. APÊNDICES

7.1 Apêndice A

Questionário socioeconômico e sobre a conservação e manutenção do reservatório domiciliar.

Caro(a) participante, este questionário tem como objetivo obter informações socioeconômicas e sobre a limpeza da caixa d'água e qualidade da água consumida no seu domicílio. Preserva-se o direito de anonimato e a garantia de que as respostas serão utilizadas apenas para fins acadêmicos. Vale ressaltar que não há nenhum custo e/ou remuneração pela participação.

Questões

- 1) Nome do entrevistado: _____
- 2) Data da visita: ____/____/____
- 3) Endereço: _____
- 4) Idade: _____
- 5) Sexo:
 - () Masculino
 - () Feminino
- 6) Estado civil:
 - () Solteiro
 - () Casado
 - () Divorciado
 - () Viúvo
- 7) Qual o seu grau de escolaridade?
 - () Ensino primário
 - () Ensino fundamental
 - () Ensino médio
 - () Ensino superior
- 8) Qual sua profissão? _____
- 9) Atualmente, qual a faixa de renda mensal da família?
 - () Menos de um salário mínimo (abaixo de R\$788,00)

- ☐ Um salário mínimo (R\$788,00)
 - ☐ Até 3 salários mínimos (até R\$ 2364,00)
 - ☐ Entre 3 a 5 salários mínimos (R\$ 2364,00 até R\$3940,00)
 - ☐ Entre 5 a 10 salários mínimos (R\$3940,00 até 7880,00)
 - ☐ Acima de 10 salários mínimos (Mais de 7880,00)
- 10) Você tem acesso ao serviço público de saúde?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
- 11) Você tem algum problema de saúde?
- ☐ Sim (Qual?_____)
 - ☐ Não
- 12) Você tem conhecimento de alguma infecção parasitária que o acometeu durante a sua vida?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
- 13) Você tem conhecimento de como são transmitidas as infecções parasitárias?
- ☐ Sim
 - ☐ Não
- 14) Qual o tipo de domicílio em que vive?
- ☐ Casa
 - ☐ Apartamento
- 15) Este domicílio é:
- ☐ Próprio – já pago
 - ☐ Próprio – ainda pagando
 - ☐ Alugado
 - ☐ Cedido
- 16) Quantos cômodos tem o seu domicílio? _____
- 17) Quantas pessoas vivem no domicílio? _____
- 18) Neste domicílio, ou na propriedade, existe banheiro ou sanitário?
- ☐ Sim (Quantos?_____)
 - ☐ Não

19) Caso exista banheiro ou sanitário, onde ele fica localizado?

☐ Dentro do domicílio

☐ Fora do domicílio

20) De que forma é feito o escoadouro deste banheiro ou sanitário?

☐ Rede coletora de esgoto

☐ Fossa séptica ligada à rede de esgoto

☐ Fossa séptica não ligada à rede de esgoto

☐ Fossa rudimentar

☐ Direto para o rio, lago ou mar

☐ Não sabe

☐ Outra forma: _____

21) Qual é o material que predomina na construção das paredes externas do seu domicílio?

☐ Alvenaria

☐ Madeira aparelhada

☐ Palha

☐ Taipa não revestida

☐ Outro Material _____

22) Qual é o material que predomina na cobertura (telhado) do seu domicílio?

☐ Telha

☐ Laje de concreto

☐ Madeira aproveitada

☐ Madeira aparelhada

☐ Palha

☐ Zinco

☐ Outro material _____

23) A sua residência possui reservatório domiciliar (caixa d'água)?

☐ Sim

☐ Não

24) A caixa d'água é feita de que material?

☐ Amianto

() Fibra de vidro

() Polietileno

Outro _____

25) A caixa d'água do domicílio tem algum tipo de cobertura?

() Sim (Qual? _____)

() Não

26) Quantas caixas d'água existem no seu domicílio? _____

27) Você tem conhecimento da necessidade de limpeza da caixa d'água?

() Sim

() Não

28) Sabe qual o período de intervalo correto para a limpeza da caixa d'água?

() 6 meses

() 1 ano

() 2 anos (ou mais)

() outro período _____

29) Quais são os produtos e objetos adequados para a limpeza e manutenção da caixa d'água?

() água, sabão em pó, escova de aço

() água, detergente, escova de fibra (vegetal ou plástica)

() água, desinfetante, vassoura

() água, água sanitária, escova de fibra (vegetal ou plástica).

30) Há quanto tempo foi realizada a limpeza da caixa d'água do seu domicílio?

() 6 meses

() 1 ano

() 2 anos (ou mais)

() outro período

31) A qualidade da água que chega (da rua) até a sua residência é?

() Boa

() Ruim

() Razoável

32) Você utiliza a água captada diretamente da torneira (sem a utilização de filtros ou garrações de água mineral)?

() Sim

() Não

33) A qualidade da água que vem da caixa d'água da sua residência é?

() Boa

() Ruim

() Razoável

34) Em quais cômodos da casa as torneiras recebem água da caixa?

() cozinha

() banheiro

() lavanderia

() quintal

() área da frente

() outros – quais? _____

7.2 Apêndice B

TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

O Sr(a) está sendo convidado(a) a participar da pesquisa: “Qualidade de água no município de São Mateus: análise parasitológica e microbiológica”, a qual tem por finalidade analisar amostras de água para verificação da qualidade da mesma.

O Sr(a), caso aceite, participará deste estudo permitindo a obtenção de duas amostras de água do seu domicílio para posterior análise laboratorial e também respondendo a um questionário a respeito das condições socioeconômicas e da conservação e manutenção do reservatório domiciliar de água. A participação nesta pesquisa não traz complicações legais e a qualquer momento o Sr(a) poderá pedir esclarecimentos sobre o andamento e os resultados do estudo, os quais serão utilizados somente para fins acadêmicos; sua participação não lhe trará nenhum benefício direto, no entanto, vale ressaltar que esperamos que este estudo possa colaborar para uma melhor qualidade de vida para a comunidade. O presente estudo tem como risco, a possível troca de amostras e a liberação de um laudo incorreto.

O Sr(a) não terá nenhum tipo de despesa financeira para participar desta pesquisa bem como nada será pago por sua participação a qual poderá ser interrompida em qualquer fase da pesquisa, caso assim decida, bastando para isso entrar em contato com o pesquisador por meio do e-mail e telefones constantes na parte final deste termo. Após estes esclarecimentos, solicitamos seu consentimento para participação nessa pesquisa. Este termo será assinado em duas cópias, assegurando-lhe o direito de receber uma delas assinada.

Consentimento Livre e Esclarecido

Tendo em vista os itens acima apresentados, eu, de forma livre e esclarecida, manifesto meu consentimento em participar da pesquisa.

Nome do Participante da Pesquisa

Assinatura do Participante da Pesquisa

Assinatura do Pesquisador

Assinatura do Orientador

Luiz Gustavo de Paiva Nunes - Aluno de Mestrado, e-mail: gustavonunes1612@gmail.com - fone.: (27) 99757-4438.

CEP/CEUNES – Comitê de Ética em Pesquisa do Centro Universitário Norte do Espírito Santo, situado na rodovia BR101 norte, Km 60, Bairro litorâneo, São Mateus-ES, CEP: 29.932-540. E-mail: cepceunes@gmail.com – fone.: (27) 3312-1519.

8 ANEXOS

8.1 Anexo A

DADOS DA VERSÃO DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: QUALIDADE DE ÁGUA NO MUNICÍPIO DE SÃO MATEUS: ANÁLISE PARASITOLÓGICA E MICROBIOLÓGICA

Pesquisador Responsável: Luiz Gustavo de Paiva Nunes

Área Temática:

Versão: 3

CAAE: 58109416.6.0000.5063

Submetido em: 06/03/2017

Instituição Proponente: Centro Universitário Norte do Espírito Santo-UFES

Situação da Versão do Projeto: Aprovado

Localização atual da Versão do Projeto: Pesquisador Responsável

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio



Comprovante de Recepção:

 PB_COMPROVANTE_RECEPCAO_741405

70